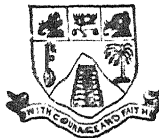
3

நவீன
அசேதன ரஸாயனம்
(Modern Inorganic Chemistry)

முதற் பாகம் **1092**

நா. அனந்தவைத்யநாதன், எம். ஏ.
(சுச்ருததாசன்)
அண்ணாமலை சர்வகலாசாலை ரஸாயன ஆசிரியன்

मायामात्रं इदं द्वैतम्
अद्वैतं परमार्थतः



அண்ணாமலை சர்வகலாசாலை
அண்ணாமலைநகர்

திருச்சிராப்பள்ளி
ஸெயிண்ட் ஜோஸப்ஸ் இண்டஸ்ட்ரியல் ஸ்கூல் அச்சுக்கூடத்திற்
பதிப்பிக்கப்பெற்றது

1938

ஸமர்ப்பணம்

எனதாருயிர் மாணவர்களுக்கு

सह नाववतु ।

सह नौ भुनक्तु ।

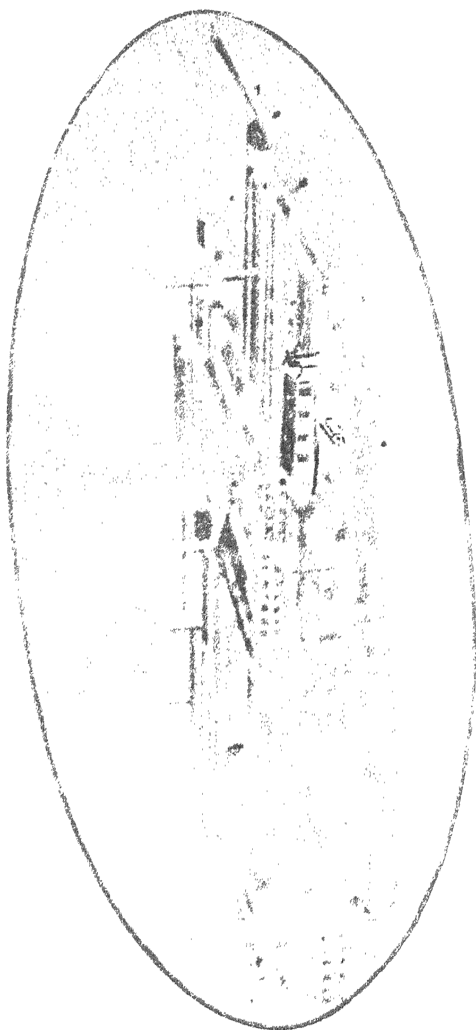
सह वीर्यङ्करवावहै ।

तेजस्विनावधीतमस्तु मा विद्विषावहै ।

ॐ शान्तिश्शान्तिश्शान्तिः ॥

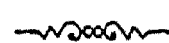
பிறநாட்டு நல்லறிஞர் சாத்திரங்கள்
    தமிழ்மொழியில் பெயர்த்தல் வேண்டும்.
இறவாத புகழுடைய புதுநூல்கள்
    தமிழ் மொழியில் இயற்றவேண்டும்.
மறைவாக நமக்குள்ளே பழங்கதைகள்
    சொல்வதிலோர் மகிமையில்லை;
திறமான புலமையெனில் வெளிநாட்டார்
    அதை வணக்கஞ் செய்தல்வேண்டும்.

(ஸ்ரீ சுப்பிரமணிய பாரதியார்)





முகவுரை



நமது உயிருக்கும் நாகரீகத்திற்கும் பொதுவாய்ச் சொல்லுமிடத்து உலக முன்னேற்றத்திற்கும் மூலகாரணமாய் நிற்பது ரஸாயனம் என்று சொல்வது மிகையாகாது. ஜீவசரீரம் ஒரு மாபெரும் ரஸாயன கர்மசாலை. அங்கு நடக்கும் ரஸாயன விகாரங்களே உயிர்வாழ்தலுக்கும் பல தொழில்புரிதலுக்கும் அடிப்படை. நீ எங்கிருப்பினுஞ் சரி; உன்னைச் சுற்றியுள்ள பொருள்களைக் கவனித்துப்பார்: நீ என்ன காரியஞ் செய்யினுஞ் சரி; காலையிலெழுந்து பல்துலக்கி, ஆடை வெளுத்துக் குளித்து, தின்பண்டமுண்டு, புஸ்தகம் பத்திரிகை படித்து, விளையாடி, கடைசியாய்த் தூங்கப்போகும்வரை நீ செய்யும் ஒவ்வொரு காரியத்தையும் கவனித்துப்பார். அவை ஒவ்வொன்றிலும் ரஸாயனம் ஈடுபட்டிருப்பதைக் காண்பாய்.

இதை நன்கெடுத்து விளக்கிக்காட்டும்பொருட்டு ஓர் அமெரிக்க ஆசிரியர் பின்வருமாறு கூறுகிறார். 'ரஸாயனத்திற்கும் எனக்கும் ஸ்நானப்பிராப்தி கூடக் கிடையாது' என்று 'கோணப்புத்தியார்' கூறிவிட்டு ரஸாயன முறையால் ஆக்கப்பட்ட காகிதத்தின்மேல் ரஸாயன முறையால் தயாரிக்கப்பட்ட மைகொண்டச்சிடப்பட்டதை வாசித்துவிட்டு, ரஸாயனமுறையால் வெளுக்கப்பட்ட தனது சட்டையை மேலே ஒதுக்கிக்கொண்டு, ரஸாயன முறையால் பதப்படுத்திய தோல் பாதரக்ஷைகளையணிந்து, ரஸாயன முறையால் செய்யப்பட்ட கண்ணாடிக் கதவுகளின்வழியே பார்க்க, ரஸாயன விகாரங்களின் பயனாக விளைந்த ரொட்டித்துண்டுகளையெடுத்து வரும் ரொட்டிக்காரனையும் ரஸாயனமுறையால் சாயமிட்ட பல்வேறு நிறமுடைய பட்

டாடைகளைக் கொண்டுவரும் வியாபாரியையும் கண்டார்; ரஸாயன முறையால் உண்டாக்கப்பட்ட லேகலோஹ எழுதுகோலைச் சட்டைப்பையினின்று உருவியெடுத்து, ரஸாயனமுறையால் நிருமித்த போலித்தோலால் மூடப்பட்டுள்ள ஞாபகக்குறிப்புப் புஸ்தகத்தில் அவசரமாகக் குறித்துவிட்டு, ரஸாயனமுறையால் சாயமேற்றப்பட்ட தொப்பியைத் தலையிலணிந்து, ரஸாயனமுறையால் சேர்க்கப்பட்ட நிலக்கீல் பூசிய ரஸ்தாவில் இறங்கி, ரஸாயனமுறையிற் சுத்திசெய்விக்கப்பட்ட தாமிரங்கொண்டு ஆக்கிய செம்புநாணயமொன்றை வீசியெறிந்து ஒரு தினசரிப்பத்திரிகையை வாங்கி, ரஸாயனப்பொருளாகிய பெட்ரோலினுதவிகொண்டு செல்லும் மோட்டாரிலேறிக்கொண்டு, ரஸாயனச் சரக்காகிய நிலக்கரி விற்கப்படும் தனது கடைக்குச் சென்று, 'இல்லவே இல்லை. ரஸாயனத்துக்கும் எனக்கும் திவலையேனும் சம்பந்தங் கிடையாது' என்று சொல்லிக்கொண்டே வண்டியிலிருந்து கீழிறங்கினார்.

ரஸாயனத்தின் விசேஷ குணங்களையும் உபயோகங்களையும் பெருமையையும் மக்களிற் பலர் அவற்றை அறியாது தப்பெண்ணங்கொண்டு இழிவாகக் கூறுதலையும் மேற்கண்ட மொழிகள் நன்கு கூறுகின்றன. இன்னும் படித்தோரிற் சிலர்கூட 'ரஸாயன சோதனைச்சாலை துர்நாற்றம் வீசும் விஷக்களஞ்சியமே; ரஸவாதி மோசக்காரன்; உலகிலேற்படுங் கேடு அவனாலேயே; அவனை நெருங்காமலிருப்பதே நலம்' என்று வசைமொழிகளைத் தொடுப்பதை இக்காலத்திலும் நாம் கேட்கிறோம். பின்னும், ரஸாயன மாணவர்களிற் பலர் 'ரஸாயனம் மிகச் சிரமமானது; அச்சாஸ்திரத்தைக் கற்பதில் பயனென்ன? நமது சந்தோஷ வாழ்க்கைக்கு அது செய்வது என்ன?' என்று இன்னுந் தவறாகச் சொல்லிவருவது விந்தையே. இத்தப்பெண்ணம் நம் நாட்டு மாணவர்களிடத்துமட்டும் இருப்பதாக எண்ணவேண்டாம். மேல்நாடுகளிலும் அநேகமானோக்

கர்களிடத்தில் இக்குற்றமிருப்பதாக மேல்நாட்டாசிரியர் கள் சொல்லிவருந்துகின்றனர். ஆரம்பத்திலேயே பிள்ளைகள் இத்தப்பபிப்பிராயத்துடன் இக்கலையைக் கற்கத் தொடங்குகின்றனர். இதன் காரணம் என்ன? "ஒரு சமயம், ரஸாயன போதகர்கள் இச்சாஸ்திரத்தைக் கற்பிக்குங்கால், பிள்ளைகளின் மனதைக் கவர்ந்து ஒருவித ஆவலையுண்டுபண்ண முயலாமலிருக்கலாம்; அங்ஙனம் செய்ய வேண்டியது தமது கடமையில்லை என்றும் அவர்கள் கருதலாம்; பரீக்ஷைக்கென்று நியமிக்கப்பட்ட ரஸாயன பாகங்களை மட்டும் எடுத்துரைத்தால் போதும் என்றும் நினைக்கலாம்." இவ்வாறு ரஸாயன உபாத்தியாயர்கள்மேல் சிலர் குறைகூறுகின்றனர். கொடுத்த பாடங்களை நியமிக்கப்பட்ட நேரத்திற்குள் முடிக்கவேண்டியிருக்க, வாத்திகள் ஒருவித கட்டுப்பாட்டுக்குள் அமர நேரிடுகிறது. கற்பிப்போரும் கற்போரும் இவ்விதமாக இக்கலையில் ஈடுபடுவாராயின், இதில் மண்டிக்கிடக்கும் சுவையும் அருமைபெருமையும் மங்கிக்கிடக்கும். எனவே, பாமர ஜனங்கள் இச்சாஸ்திரத்தின் அழகையும் விநோதத்தையும் உபயோகத்தையும் பொதுவாய்க் கவனியாமலிருப்பது சகசமே.

இவ்விதத் தவறான அபிப்பிராயங்களை அகற்றவேண்டியது நமது கடமை. நமது வாழ்க்கையிற் காணும் கிரியையொவ்வொன்றும் ரஸாயன விகாரமேயே என்று ஒருவாறு கூறலாகும். இதை மக்கள் அறியவேண்டியது அவசியமே. ரஸாயனத்தைப்பற்றிக் கூறும் நூல்கள் அநேகம் ஆங்கிலத்திலெழுதப்பட்டுள்ளன. 'தமிழ் மக்கள் இதிலுள்ள அரியபெரிய விஷயங்களை அறியவேண்டும்' என்னும் எண்ணத்தை ஸ்ரீ சுப்பிரமணிய பாரதியாரின் 'தமிழ்த் தாய்', 'தமிழ்' என்ற தேசிய கீதங்கள் என் மனதிற் பதியச் செய்தன. 'பிற நாட்டு நல்லறிஞர் சாத்திரங்கள் தமிழ் மொழியில் பெயர்த்தல் வேண்டும்' என்னும் முயற்சியில் அண்ணாமலை சர்வகலாசாலையார் ஈடுபட்டு அதற்கு வேண்டிய காரியங்களைச் செய்து வருவதால்

'புத்தம் புதியகலைகள்—பஞ்ச
பூதச் செயல்களின் நுட்பங்கள் கூறும்
மெத்த வளருது மேற்கே—அந்த
மேன்மைக்கலைகள் தமிழினில் இல்லை.
சொல்லவுங் கூடுவதில்லை—அவை
சொல்லுந் திறமை தமிழ்மொழிக்கில்லை ;
மெல்லத் தமிழினிச் சாகும்—அந்த
மேற்கு மொழிகள் புவிமிசையோங்கும்'

என்று கொன்றிடல்போலொத்த கூறத்தகாத வார்த்தைகளை இனி ஒரு பேதையும் பிதற்றமாட்டான். அண்ணாமலை சர்வகலாசாலை செய்துவரும் இப்பேருதவியைத் தமிழ்நாடு ஒருபோதும் மறவாது போற்றிவரும் என்பது திண்ணம். இச்சர்வகலாசாலையின் நோக்கமே என் மனதிற் பதிந்திருந்த ஆசையைத் தூண்டிவிட்ட தூண்டுகோல். ரஸாயன சாஸ்திரத்திலுள்ள சில அரும் பெரும் விஷயங்களைத் தமிழ்மக்கள் அறியுமாறு இந் நூலை எழுதத் துணிந்தேன். இதிலுள்ள குற்றங் குறைகளை மன்னித்து இதிலுள்ள குணங்களை ஏற்குமாறு இதை வாசிக்கும் அறிவிற்சிறந்த பெரியோரை மன்றாடி வேண்டுகிறேன். இங்குள்ள குற்றங்களை அகற்றி, குறைகளை நீக்கி, இந் நூலைச் சிறந்து தோன்றச்செய்வதற்கான மார்க்கங்களைக் காட்டுபவர்களுக்கு யான் என்றென்றும் மகிழ்வுடன் நன்றி செலுத்துவேன்.

நமது விஞ்ஞான அறிவு வளர வளர, அதைத் தெளிவாகப் பிறருக்குப் புகட்டுவதற்கு அதனுடன் நமது பாஷையும் ஒத்து வளரவேண்டும். பாஷை வளர்ச்சிக்கு பரிபாஷையின் தகரார்தான். விஞ்ஞான விஷயத்தின் உண்மைகளாகிய கலைகளொவ்வொன்றிற்கும் அதற்கேற்ற ஒரு பரிபாஷை இருத்தல் அவசியமேயாம். மேல்நாடுகளிலும் வெளிநாடுகளிலும் அவ்விதப் பரிபாஷைகள் இருந்து வருகின்றன. நம் நாட்டிலும் அவ்வகைப் பரிபாஷை இருக்கவேண்டும். இப்பரிபாஷையைச் சிருஷ்டிப்பதில் மக்க

ளுக்குள் அபிப்பிராய பேதம் இருப்பது வருந்தத்தக்கது. இதைப்பற்றி, முக்கியமாய் நான்குவித அபிப்பிராயங்களுள. அவையாவன :—(1) 'பிறமொழிகளினின்று கடன் வாங்கித் தமிழ்மொழியை உருமாற்றி உயிரற்றதாக்கக்கூடாது. பிறமொழி ஓசை தமிழ்மொழி ஓசைக்கு மாறுபட்டது. தமிழ் இலக்கணத்திற்கும் தமிழ் இசைக்கும் பிறமொழி ஒத்துவராது. ஆகையால் கற்புத் தமிழ்மொழிகளையே உபயோகிக்கவேண்டும்' என்பது ஒரு சாரார் கக்ஷி. (2) 'சுருக்கமாயும் அர்த்தபுஷ்டியுள்ளதாயும் சந்தேகம் ஏற்படாதபடியும் வார்த்தைகளை அமைப்பதற்கு ஸம்ஸ்கிருத தாதுக்களே தரமானவை; மேலும் அச்சிறப்புப் பெயர்கள் இந்தியதேசம் முழுவதிற்கும் பொதுவாயிருக்கும்; எல்லோரும் அவற்றை எளிதில் அறிந்து அங்கீகரித்துக்கொள்ளலாகும்' என்று மற்றொரு கக்ஷியுண்டு. (3) 'ஸயன்ஸ் டெர்ம்ஸுகளை' மொழிபெயர்க்காமல் ஆங்கிலத்திலுள்ளபடியே உபயோகிக்கவேண்டும், அதாவது 'ட்ரான்ஸ்லிட்டரேட்' பண்ணிவிடுவதுதான் உசிதம். வீண் சண்டையில்லாமலிருக்கும்' என்பது மூன்றாவது கக்ஷி. (4) 'விஞ்ஞான சம்பந்தமான வார்த்தைகளுக்குள் நமக்கு நன்குதெரிந்த பொருத்தமான தமிழ்ச் சொற்களையும் வழக்கிலிருந்துவரும் வடமொழிச் சொற்களையும் உபயோகிப்பதே தருமம். தமிழ் அல்லது வடமொழியிலிருந்து இலகுவாய் ஆக்கக்கூடாத மொழிகளை ஆங்கில முறைப்படி கூறுவது சௌகரியம்' என்று சொல்வர் சமரசக் கக்ஷியினர். இவ்விதச் சச்சரவு நம் நாட்டில் மட்டும் இருக்கிறதென்று கருதவேண்டாம். மேல்நாடுகளிலும் இவ்வகை அபிப்பிராயபேதம் காணப்படுகின்றன. 19-ம் நூற்றாண்டில் கூட ஒரு பொருளைக் குறிக்கப் பனிரெண்டு பெயர்களிருந்தனவாம். இப்பொழுது அந்த ஒழுங்கேற்பட்டுவிட்டதென்றே சொல்லலாம். இந்நாளிலும் அவ்வப்போது பெயரிடுவதில் சில சச்சரவுகள் அங்கு ஏற்பட்டு வருகின்றன.

மேல்நாடுகளில் எம்முறையை அனுசரிக்கின்றனர் என்பதைப்பற்றி ஆராய்வோம். இதுவிஷயமாய் விஞ்ஞான உலகில் கீர்த்திபெற்ற மெல்லார் என்ற பெயருடைய மிகத் திறமைவாய்ந்த நூலாசிரியரின் நூல் ஒன்றில்[1] இந்த விஷயம் காணப்படும் பாகத்தின் கருத்தை இங்கெடுத்துரைப்பது பொருத்தமாகும்: 'விஞ்ஞான சாஸ்திரமான சிறப்புச்சொல் தெளிவாயிருக்கவேண்டும்; சந்தேகமும் குழப்பமும் ஏற்படாதபடி நேர்மையாய் ஒன்றைக் குறிக்கவேண்டும். இதை இரண்டு விதங்களில் செய்யலாகும். (1) பாஷையிலுள்ள வார்த்தைக் குறைவால், நாட்டுப்புறமாய் வழங்கப்படும் சில சொற்களுக்குப் புதிய அர்த்தங்களைக் கொடுத்து, அவற்றிற்குச் சிறப்பிலக்கணங் கூறி, அவை குறிப்பான காரியங்களையோ பொருள்களையோ சுட்டிக் காட்டச்செய்யலாம் (உ-ம் Atom, Energy, Force, Power) (2) புதிதாக வார்த்தைகளைக் கற்பிக்கலாம் (உ-ம் Electron, Telegraph).... புதிதாய்க் கற்பித்த பெயர்கள் முதலில் விபரீதமாகவும் அன்னியமாகவும் (சில சமயங்களில் கர்ண கடூரமாகவும்) இருக்கும் அவை காலக்கிரமத்தில் காதுக்குப் பழகிவிடும்; விரசமாயிரா. அவற்றை நாம் எவ்விதப் பிரயாசையுமின்றிச் சுலபமாக வழங்கமுடியும். (இது நமது அனுபவத்திற்கொத்ததே.) ஒரு பொருளைப்பற்றியாவது, முறையைப்பற்றியாவது, செயலைப்பற்றியாவது நாமறியக்கூடாத சமயங்களில் அவற்றைக் குறிக்க அர்த்தமில்லாத சொற்களைக் கற்பிப்பதே நலம். பொருத்தமற்றது, முற்றிலும் தவறானது என்று கடைசியில் ஆகின்ற ஒரு சொல்லைவிட மேற்கண்ட சொல் உபயோ[illegible]. க்ரீக் அல்லது லாடின் போன்ற [illegible] ஆனால் [illegible]மான பாஷையிலுள்ள (a popular dead language) வார்த்தைகளையே ஆதாரமாகக்கொண்டு புதிய சொற்களைச் சிருஷ்டிப்பதே உத்தமம்.' எல்லா விஞ்ஞானக்கலைகளிலும்

[1] A Comprehensive Treatise on Inorganic and Theoretical Chemistry by J. W. Mellor, Vol. I.

இம்முறையையே மேல்நாட்டார் கையாளுகின்றனர். ஆகையால் நாமும் அதற்கொத்த முறையைப் பின்பற்றுவதே முறையாகும்.

இந்தியதேசம் முழுவதிற்கும் பொதுவானதும் 'உயிரற்றதுமான' பாஷை ஸம்ஸ்கிருதமே. இவ்வடமொழித் தாதுக்களிலிருந்து கலைச்சொற்களை ஆக்குவதில் பல சௌகரியங்களுண்டு. இதில் தமிழ்மொழியாசை இருக்காதே, இப்பெயர்கள் நமது மாணாக்கர்களைப் பயந்தோடிவிடச் செய்யாவா என்று சிலர் கேட்கலாம். ஆங்கிலமுறையிற் காணும் கலைச்சொற்களைக் கண்டு ஆங்கிலம் படித்த பலர் இன்றும் பயப்படுகின்றனர். பழக்கத்தில் அம்மொழிகளைக் கொண்டுவந்துவிட்டால் அவை காதுக்கும் மனதுக்கும் இசைந்துவிடும். மேலும் தெலுங்கர், கன்னடர், மலையாளிகள், மராட்டர், வங்கத்தினர் முதலிய பல ஜாதியினரும் இங்ஙனமாக்கப்பட்ட சொற்களை எளிதிலறிவார்கள், சந்தோஷத்துடன் ஏற்பார்கள். அவர்கள் செய்துள்ள கலைச்சொற்களை நான் பார்வையிட்டிருக்கிறேன். அவற்றிற்கு அடிப்படை வடமொழியே. ஆகையால் நாமும் அவ்வழியைப் பின்பற்றித் தழுவுவதே தருமம். பழமைமொழியைக் காக்கவேண்டும் என்ற நோக்கமே நம்மிடத்தில் குடிகொள்ளுமேயாயின், பாஷை வளராது நின்றுவிடும். ஆங்கிலேயர்களைப்போல் நாமும் வெளி பாஷைகளினின்று சந்தர்ப்பத்திற்கேற்றவாறு வார்த்தைகளைக் கடன்வாங்கி வழங்கவேண்டும். ஜாதிச் சண்டை சமயச் சண்டை என்பவற்றை முற்றிலும் அகற்றி, தமிழ்மொழி மேன்மேலும் வளர்ந்து பூரண உயிருடன் துள்ளிக் குதித்து உலாவவேண்டுமென்பதையே நமது நோக்கமாகக்கொள்ளவேண்டும். இவ்வித விசால மனப்பான்மை மிக்க அவசியம்.

சென்னை அரசாங்கத்தாரால் நியமிக்கப்பட்ட கூட்டத்தார் 1932-1933-ல் இம்முறையைத் தழுவியே விஞ்

ஞான சம்பந்தமான ஆங்கில மொழிகளைத் திறமையுடன் மொழிபெயர்த்திருக்கின்றனர். அரசாங்கத்தார் அவற்றை அச்சிட்டு வெளியிட்டிருக்கிறார்கள். இப்பொழுது ஆரம்ப, நடுத்தர, உயர்தர வகுப்புகளுக்கும் பல விஞ்ஞான நூல்கள் அறிவுடைய பல ஆசிரியர்களால் எழுதப்பட்டுள்ளன. பாடப்புஸ்தகங்களாக வைக்கப்பட அவை தகுதியுள்ளவை என்று அரசாங்கப் பாடபுஸ்தகக்கழகத்தார் அங்கீகரித் திருக்கிறார்கள். அப்புஸ்தகங்களில், மேற்கூறிய அரசாங் கத்தார் வெளியீடுகளிலுள்ள கலைச்சொற்களே உபயோ கிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஆகையால், நானும் அச்சொற் களையே மூலாதாரமாகக்கொண்டேன். அம்முறையை யொட்டியே புதிய சொற்களையும் அமைத்திருக்கிறேன். எங்கெங்கு முடியுமோ அங்கங்கு தமிழ் மொழிகளினாலும் புதிய சொற்களை ஆக்கியிருக்கிறேன். மாணவர்கள் சிர மமின்றி இப்புதிய பெயர்களைக் கற்றுக்கொள்வதற்கு அனுகூலமாக 'பரிபாஷை' என்பதைத் தனியே தொகுத்து அக ராதியாக எழுதியிருக்கிறேன். இதில் சென்னை சர்வகலா சாலைக்கழகத்தாரின் கலைச்சொற்களையும் அடைப்புக்குறிக ளில் குறித்துள்ளேன். மேற்கண்ட சொற்களையாக்கிய ஆசிரியர்களுக்கு என் வந்தனம் உரித்தாகுக.

உயர்தர நவீன ரஸாயன சாஸ்திரத்தைப் பற்றித் தமிழில் கூறுவது இதுவே முதல் நூலாகையால், இதற்கும் மேலுள்ள ரஸாயன விஷயங்களை மாணவர்கள் ஆங்கிலப் புஸ்தகங்களிலிருந்து அறிந்துகொள்ள ஏதுவா யிருக்குமாறும், அவசியமான இடங்களிலெல்லாம் கலைச் சொல் ஒவ்வொன்றின் பக்கத்திலும் சரியான ஆங்கிலப் பெயரையும் கொடுத்திருக்கிறேன். இப்புஸ்தகத்தின் கடைசியில் ஆங்கிலமொழிகளின் மொழிபெயர்ப்புகளை யும், இம்மொழிபெயர்ப்புகளுக்குரிய ஆங்கிலமொழி களையும் தனித்தனியாக அட்டவணைகளில் சேர்த்துள் ளேன். சௌகரியம் இதனாலேற்படுமென்று எண்ணு கிறேன்.

விஞ்ஞானிகளின் பெயர்களை உச்சரிப்புக்கேற்றவாறே தமிழில் எழுதத்துணிந்தேன். அது மிகவும் அவசியம். நம் நாட்டில் வழங்கிவரும் பாஷைகளில், ஆங்கிலத்திலுள்ள F என்ற எழுத்தின் ஓசையைக் காட்ட ஓர் எழுத்தில்லை. வழக்கமுறையையொத்து அதை 'ப' என்றே எழுதியிருக்கிறேன். F என்பது ப, வ என்ற இரு எழுத்தோசை கொண்டதென்று கொள்ளலாம். ஆகையால் அதை ‖ ஞ என்று குறிக்கலாம். இதைத் தமிழுலகம் ஏற்குமா? தமிழிலெழுதப்பட்ட பெயர்களுக்குப்பக்கத்தில் அவற்றை ஆங்கிலத்திலும் குறித்திருப்பதால், அவற்றைச் சரியானபடி உச்சரிப்பதில் யாதொரு சிரமமும் இருக்காதென்று நம்புகிறேன். இன்னும் மொழிபெயர்க்காமல் ஆங்கிலமுறையிற் காணும் வார்த்தைகளையெடுத்து வழங்குவதில், அவற்றை உருமாற்றாமலேயே உபயோகிப்பது நலம். உதாரணமாக காட்மியம் என்பதைக் கடமியம் என்றும், மாலிப்டீனம் என்பதை மாலிபதனம் என்றும் மாற்றுவதில் யாது பயன்? இடம், மக்கள், கிரஹம், விசேஷ நிகழ்ச்சி இவற்றைப் பெருமைப்படுத்தும்பொருட்டுக் கொடுக்கப்பட்டுள்ள பெயர்களை நாம் மொழிபெயர்க்காது அப்படியே கொள்வதுதான் தருமம். இது விஷயத்தை மூன்றுவது அத்தியாயத்திற் காண்க. புதிதாய்க் கொடுக்கப்பட்டுள்ள பெயர்களின் பொருள் எளிதாய் விளங்குமாறு அவற்றிலுள்ள பல பதங்களைத் துண்டாயெழுதியும், அவை ஒரே பொருளையோ முறையையோ காட்டுகிறது என்பதைக் குறிக்க அவற்றிற்கிடையே '—' என்ற இணைக்கோட்டை அமைத்துமுள்ளேன்.

தனிப்பொருள்களைச் சுருக்கமாகச் சுட்டிக்காட்டும் சின்னங்களையும் (Symbols) மற்ற பொருள்களைக் காட்டும் சங்கேதங்களையும் (Formulae) ரஸாயன சாஸ்திரிகள் வெகுவாய் உபயோகிப்பார்கள். இவற்றின் கருத்தும் அவசியமும் 17-வது அத்தியாயத்தில் விவரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இச்சின்னங்களையும் சங்கேதங்களையும் தமிழ்

எழுத்துக்களாலேயே குறிக்கவேண்டும் என்பது சிலரது துணிவு. ஆனால் உலகிலுள்ள பல தேசத்தாரும், அப்பொருள்களைத் தம் தம் பாஷையிலேயே குறித்தாலுங்கூட அவ்வவற்றைச் சுருக்கமாகக் குறிக்க ஒரேவிதமான சின்னங்களையே உபயோகிக்க ஒத்துக்கொண்டிருக்கின்றனர். சர்வதேச சம்மதத்திற்கு நாமும் சம்மதிப்பதே உசிதம். அடுத்தபக்கத்திற்காணும் அட்டவணையில் சில தனிப் பொருள்களுக்குப் பல தேசத்தார் அளித்திருக்கும் பெயர்கள் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அவையனைத்தும் ஒரேவிதமான சின்னங்களை உபயோகிப்பது குறிக்கத்தக்கது. விஞ்ஞானிகளின் ஒன்றுபடும் பெருந்தன்மை புகழத்தக்கதே.

ஆங்கிலத்தில் அநேகமாய் எழுதப்பட்டுள்ள ரஸாயன புஸ்தகங்களிற் சில வறட்டுக் கொள்கைகளையும் சங்கற்பங்களையும் முதலிற் கூறும். பின்பு பொருள்களின் சரித்திரம், அவற்றை ஆக்கும் முறைகள், அவற்றின் உபயோகங்கள் முதலியவற்றைப்பற்றிப் பின்னர்க் கூறும். வேறு சில, மெண்டலீப் என்ற பெயருடைய ரஸாயன பண்டிதர் அமைத்துள்ள தனிப்பொருள்வகுப்பை (அத்தியாயம் 26) ஒட்டிப் பொருள்களைப்பற்றிக் கூறிக்கொண்டு போகும். ஒவ்வொரு முறையிலும் ஒவ்வொரு விசேஷம் பல உண்டு. ஆனால் நமது மாணவர்கள் இச்சாஸ்திரத்தை இலகுவில் வெறுப்பு ஏற்படாமற் கற்றுக்கொள்வதற்கு இம்முறைகளை முற்றிலுந் தழுவாமல், கலந்து கற்பிப்பதே நலம் என்பது சில நுண்ணறிவாளர்களின் அபிப்பிராயம். அதையொத்தும், பொதுவாகக் கலாசாலைகளில் அனுசரிக்கப்படும் முறைமையையொத்தும் கொள்கைகளையும், சங்கற்பங்களையும், நியாயங்களையும், பொருள்களைப்பற்றிய விஷயங்களையும் கலந்து படிப்படியாய்க் கூறிக்கொண்டு போயிருக்கிறேன். அண்ணாமலை சர்வகலாசாலையில் சோதனைமுறையிலும் இண்டர்மீடியட் மாணவர் பரீக்ஷிக்கப்படுகின்றனர். இது மிக்க அவசியமே. ஆகையால்,

தமிழ்	ENGLISH	FRENCH	GERMAN	DUTCH	RUSSIAN	CHINESE	ITALIAN	LATIN	[illegible]ரும் உபயோகிக்கும் சின்னங்கள்
அலுமினியம்	Aluminium	Aluminium	Aluminium	Aluminium	—	—	Aluminio	—	Al
செம்பு	Copper	Cuivre	Kupfer	Kofer	Myeit	Hung-tung	Rame	Cuprum	Cu
குரோமியம்	Chromium	Chrome	Chrom	—	Krom	—	Cromo	—	Cr
தங்கம்	Gold	Or	Gold	Gonden	Zolata	Gin	Oro	Aurum	Au
அப்ஜனகம்	Hydrogen	Hydrogene	Wasserstoff	Waterstof	—	—	Idrogeno	Hydrogen	H
இரும்பு	Iron	Fer	Eisen	Ijzer	Zhelgeaya	Tich	Ferro	Ferrum	Fe
காரீயம்	Lead	Plomb	Blei	Lovd	—	Chiem	Piombo	Plumbum	Pb
இரசம்	Mercury	Mercure	Quicksilber	Mercurius	—	Schui-yen	Argento vivo	Hydragy-rum	Hg
பாக்யஜனகம்	Nitrogen	Azote *	Stickstoff	Stickstof	—	—	Azote, Nitrogeno	Nitrogen	N
பிராணவாயு	Oxygen	Oxygene	Sauerstoff	Zuurstof	—	—	Ossigene	Oxygen	O
பொட்டாஸியம்	Potassium	Potassium	Kalium	—	—	—	Potassio	Kalium	K
வெள்ளி	Silver	Argent	Silber	Zilver	Serebro	Yein	Argento	Argentum	Ag
ஸோடியம்	Sodium	Sodium	Natrium	—	—	—	Sodio	Natrium	Na
வெள்ளீயம்	Tin	Etain	Zinn	Tin	—	Hsih	Stagno	Stannum	Sn
டங்க்ஸ்டன்	Tungsten	Tungstene	Wolfrom	—	Wolfram	—	—	—	W
நாகம்	Zinc	Zinc	Zink	Zink	—	Beh-chien	Zinco	Zincum	Zn

மேற்கண்ட பொருள்களுக்கு உரிய அகாராதிகளினின்று பெயர்கள் எடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. பெயர் தெரியாத இடங்கள் காலியாக விடப்பட்டிருக்கின்றன.

* முன்காலத்து நூல்களிலும் பத்திரிகைகளிலும் இதற்கு Az என்ற சின்னம் காணப்படுகிறது. இக்காலத்தில் N என்ற சின்னமே அவற்றில் கொடுக்கப்படுகிறது.

பருமவிச்லேஷணம் ஜாதிவிச்லேஷணம் (Volumetric analysis and Qualitative analysis) என்ற முறைகள் விரிவாகவே இங்கு கூறப்பட்டிருக்கின்றன. உபந்நியாசங்களுக்குப்பின்னும், காலத்திற்குள் முடிப்பதற்கும், கூடியமட்டில் அநேக சோதனைகளைச் சரிவரச் செய்வதற்கும் சாதகமாயிருக்கும்பொருட்டு, அமோனியாவைப்பற்றிய அத்தியாயத்தின் கடைசியில் விலபனத்திலுள்ள உலோக மூலங்களைக் கண்டுபிடிக்கும் முறை குறிப்பிடப்பட்டிருக்கிறது; அலோகங்களைப்பற்றிச் சொல்லி முடித்தவுடன், 'ஜாதிவிச்லேஷண முறை' (அத்தியாயம் 37, பாகம் 2) விரிவாய் எழுதப்பட்டுள்ளது. உபாத்தியாயரும் மாணவரும் இதில் சில சௌகரியங்களைக் காண்பார் என்று எதிர்பார்க்கிறோம்.

ஆங்கிலத்தில் வெளியாகியுள்ள பல முக்கிய ரஸாயன புஸ்தகங்களிற்[1] காணும் சாரங்களையெல்லாம் வேண்டிய அளவு திரட்டி இங்கு கொடுத்திருக்கிறோம். இவற்றின்

[1] G. SENTER—A text-book of Inorganic Chemistry.
E. J. HOLMYARD—Inorganic Chemistry.
PHILBRICK AND HOLMYARD—A Text-book of Theoretical and Inorganic Chemistry.
KENDALL—Smith's Inorganic Chemistry.
„ —Laboratory Outlines of Smith's College Chemistry.
J. R. PARTINGTON—Everyday Chemistry.
J. W. MELLOR—Modern Inorganic Chemistry.
LOWREY AND CAVELL—Intermediate Chemistry.
E. L. RHEAD—Metallurgy.
GREEN, CHAPMAN AND SWAMINATHAN—வேதியம்.
P. C. RAY—A History of Hindu Chemistry.
B. N. SEAL—Positive Sciences of the Ancient Hindus.
TILDEN—Famous Chemists.
Indian Industry Year Book.
Records of the Geological Survey of India.
Statistical Year Book of the League of Nations.

ஆசிரியர்களுக்கு நான் என்றும் கடமைப்பட்டவனுவேன். ரஸாயனம் மேல்நாட்டில் பிறந்து வளர்ந்து முன்னேறிய தென்று பலர் நினைத்துவருகின்றனர். வெகுகாலத்திற்கு முன்பே நமது முன்னோர் ரஸாயன முறையில் கைதேர்ந்த வர்களாயிருந்தனர் என்பவற்றிற்குப் பல ஆதாரங்களுள. அவர்களின் கைத்திறமையும் விகாரப்போக்குகளுக்கு அவர்கள் கூறிய காரணமும் கற்பித்துக்கொண்ட கொள்கை களும் ஆசார்யா ப்ரபுல்லசந்த்ர ராய் அவர்கள் எழுதிய 'இந்து ரஸாயன சரித்திரம்' (A History of Hindu Chemistry—2 Volumes) என்னும் நூலில் வெகு திறமை யாய் விவரிக்கப்பட்டுள்ளன. சந்தர்ப்பத்திற்கேற்றவாறு அவற்றை ஆங்காங்கு இந்நூலில் குறிப்பிட்டிருக்கிறேன். ஆசார்யா ராய் வறட்டு ரஸவாதிமட்டுமல்ல. இந்தியாவில் ரஸாயனத் தொழில் ஆரம்பிக்கப்படவேண்டும் முன்னேற வேண்டும் என்ற நோக்கங்கொண்டவர். கல்கத்தாவில் ஒரு பெரிய ரஸாயன-மருந்து-தொழிற்சாலையை (Bengal Chemical and Pharmaceutical Works) ஸ்தாபித்தவர். இந்தியாவில் இந்தியரது முக்கியமான ரஸாயனத் தொழிற் சாலைகளில் அது ஒன்று. எனது வேண்டுகோளுக்கிணங்கி அப்பெரியார் தமது கையெழுத்துடன் கூடிய தமது படத்தை இப்புஸ்தகத்திற் போடுவதற்கு அனுப்பியதற்கா கவும், இன்னும் அவர் புஸ்தகத்திலிருந்து சில படங்களை இந்நூலில் பிரசுரிக்க அனுமதித்ததற்காகவும் நான் அவ ருக்கு நன்றிபாராட்டுகிறேன். பழமை இந்திய நூல்களி லொன்றாகிய 'சுச்ருத ஸம்ஹிதை' யில் வெகு அபூர்வமான ரஸாயன விஷயங்கள் காணப்படுகின்றன. சுச்ருத மஹரிஷி சுமார் 2200 வருஷங்களுக்கு முன்புதான் வசித்திருக்க வேண்டுமென்று தெரியவருகிறது. பதினேழாம் நூற் றாண்டில் யாரோ ஒருவர் தமது ஞானக்கண்ணினுதவி கொண்டு அம்மஹானின் படத்தை எழுதியுள்ளார். அப் படம் லண்டன்மாநகரிலுள்ள 'வெல்கம்-ஆராய்ச்சி-சங்கத் தார்' (Wellcome Bureau of Scientific Research,

London) கைவசத்திலிருக்கிறது. அப்படத்தை இப்புஸ்தகத்தில் போடுவதற்கு அவர்கள் சம்மதித்து, அப்படத்தின் ஒரு பிரதியை அனுப்பியதற்காக அவர்களுக்கு என் மனமார்ந்த வந்தனத்தை அளிக்கிறேன்.

அந்நாள் ஆசாரியரான சுச்ருதரின் படத்தை இப்புஸ்தகத்தின் முகப்படமாகவும் இந்நாள் ஆசாரியரான ராய் அவர்களின் படத்தை இரண்டாவது படமாகவும் கொடுத்துள்ளேன். நமது இந்திய மாணவர்கள் அவற்றைத் தரிசித்தமாத்திரத்தில் புதிய உணர்ச்சி பெற்று நமது தேச முன்னேற்றத்திற்குப் பாடுபடுவரென்று நம்புகிறேன். வடமொழியிலும் தமிழ்மொழியிலும் எழுதப்பட்டுள்ள பல ரஸாயன வைத்திய நூல்களும் சித்த நூல்களும் இருக்கின்றன. ரஸாயனமே ஆயுர்வேதத்தின் உயிர்நிலை. அவற்றில் பல வெளிவராமற் கிடக்கின்றன. ரஸாயனத்தில் ஈடுபட்டுள்ள நமது மாணவர்களும் பண்டிதர்களும் அந்நூல்களைப் படித்து ஆராய்ச்சி செய்துவர வேண்டுமென்பது எனது அவா. நமது முன்னோர்களின் வியக்கத்தக்க கைத்திறமையை இன்றும் காட்டிநிற்கும் அதிசயங்களாகிய குடப் இரும்புத் தூண், ஸோமநாதக் கோவிலிலுள்ள மேற்குக் கோபுரத்தின் அலங்காரவாயில், புரியிலுள்ள சில கோவில்களில் விழுந்துகிடக்கும் பாரமான இரும்பு உத்திரங்கள் என்பவற்றின் படங்களை எனக்குத் தயவாக அனுப்பி, இப்புஸ்தகத்தில் பிரசுரிக்க அனுமதி கொடுத்த, அரசாங்கத்தாரின் 'பழம் பண்டப் பரிசோதனா அதிகாரத் தலைவருக்கு' (The Director-General of Archaeology) என் அன்பார்ந்த வந்தனங்களைச் செலுத்துகிறேன். இன்னும், ரஸாயன முன்னேற்றத்திற்குக் காரணமாயிருந்த பல மேல்நாட்டு விஞ்ஞானிகளின் படங்களைப் பிரசுரிப்பதற்குத் தயவுகூர்ந்து அனுமதித்த லண்டன் ரஸாயன சங்கத்தாருக்கும் (Chemical Society, London), ரட்லெட்ஜ்-பால் பதிப்பாளர்களுக்கும் (Routledge K. Paul, Publishers, London) எனது நன்றியைச் செலுத்துகிறேன்.

தொழில்முறைகளைத் தெளிவுபடுத்தும்பொருட்டுக் கலாசாலைகளிற் காட்டப்படும் சோதனைக் கருவிகளுக்கும் தொழில் முறை யந்திரங்களுக்கும் வித்தியாசமுண்டென் பதைச் சொல்லவும் வேண்டுமோ? இதை மாணவர்கள் சில சமயங்களில் உணருவதில்லை. உதாரணமாக, 'கந்தகிகாமிலம் தொழில்முறையில் எவ்விதந் தயாரிக்கப்படுகிறது?' என்ற கேள்விக்கு, 'ஒரு கண்ணாடிக் கூஜாவை எடுத்து ஐந்து துளையுள்ள தக்கைகொண்டடைத்து, துளைகளில் கண்ணாடிக் குழாய்களைச் செருகி........' என்ற விடையை மாணவர்கள் கொடுப்பதை ரஸாயன உபாத்தியாயர் அறிவர். மாணவர்கள் இதை நன்கு அறியும்பொருட்டே, தொழிற்சாலைத் தோற்றங்களின் படங்களையும் அங்குள்ள யந்திரங்களின் படங்களையும் உரிய இடங்களில் கொடுத்திருக்கிறேன். டாடா இரும்பு எஃகு தொழிற்சாலைச் சங்கத்தாரும் (The Tata Iron and Steel Company, Jamshedpur), பத்திராவதியிலுள்ள மைசூர் இரும்புத் தொழிற்சாலையாரும் (The Mysore Iron Works, Badravati), ஜெனரல் எலெக்ட்ரிக் கம்பெனியாரும் (The General Electric Company, Ltd.), சென்னையில் அரசாங்கத்தார் கலாசாலையிலுள்ள ரஸாயன முதற் பேராசிரியராகிய டாக்டர் டே அவர்களும்,[1] இப்புஸ்தகத்தில் பிரசுரிக்கப் பல தொழில் யந்திரப் படங்களை அனுப்பியதற்காக அவர்களனைவருக்கும் நன்றிபாராட்டுகிறேன்.

இப்புஸ்தகம் 'இண்டர்மீடியட்' வகுப்புக்கென்றே எழுதப்பட்டது. அவ்வகுப்புக்கு நியமிக்கப்பட்ட ரஸாயன பாடங்கள் எல்லாவற்றையும் ஒரே புஸ்தகத்தில் காண்பதரிதாயிருக்கிறது. அதுபற்றியே ஒவ்வொரு வகுப்புக்கும் பாடப் புஸ்தகங்கள் (Text-books) என்றும் பார்வையிட வேண்டிய புஸ்தகங்கள் அல்லது துணை நூல்கள் (Reference books) என்றும் புஸ்தகங்களை வகுத்து நியமிப்பது

திரவக்காற்று யந்திரத்தின் படத்தை அனுப்பினார்.

வழக்கம். உயர்தர ஆங்கிலப் புஸ்தகங்கள் பல உள. அவற்றுள் ஒவ்வொன்றும் ஒவ்வொரு துறையில் வெகு அழகாகவும் சாதுர்யமாகவும் எழுதப்பட்டுள்ளது. சரித்திரம், ரஸாயனவாதம், ரஸாயனமுறை, ரஸாயனப் பொருள்களின் குணாதிசயங்கள் என்பன யாவும் தெளிவாயும் வேண்டிய அளவில் விஸ்தாரமாகவும் எழுதப்பட்டுள்ள புஸ்தகம் நமது மாணவர்களுக்குத் தேவை. ரஸாயனம் பிரத்தியக்ஷ சாஸ்திரமாகையால், நாம் கண்கூடாய்ப் பார்த்தறியும் சோதனைகளைப்பற்றிய விவரங்கள் ஒரு பாடப்புஸ்தகத்தில் காணப்படவேண்டும். மாணவர்களின் மனதைக் கவர்ந்து, இக்கலையில் அவர்களுக்கு உருசியுண்டாக்கச் செய்வதற்கு ஓர் உபாயம் உண்டு. ரஸாயன போதகர்கள் தமது உபந்யாசங்களுக்கு இடையே பல சோதனைகளை அவசியம் காட்டவேண்டும். இது ஆசிரியரின் கடமையாகும். அங்ஙனம் அவர் செய்வாராகில் மாணவர்கள் மனங்கொண்டு உற்சாகத்துடன் இச்சாஸ்திரத்தைக் கற்றுக்கொள்வார்கள். இதிலுள்ள பல சௌகரியங்களை உபாத்தியாயர்கள் அறிவார். இவ்வகைச் சோதனைகளும் ஒரு பாடப்புஸ்தகத்தில் காணப்படுவது நலம். ஒரு வகுப்புக்கென்று நியமிக்கப்பட்ட விஷயங்கள் மாத்திரம் ஓர் உயர்தர பாடப்புஸ்தகத்தில் குறிப்பிடப்பட்டால் போதுமா? பரீக்ஷை தேறுவதற்கு அவ்வகைப் புஸ்தகம் போதும். அதுதானா ஓர் உயர்தர புஸ்தகத்தின் நோக்கம்? இல்லை, புத்தி கூர்மையுள்ள தலைமாணாக்கனது அறிவு வேட்கையைத் தணிக்கவேண்டும் நல்ல முறையில் எழுதப்பட்டுள்ள நூல். அச்சாஸ்திரத்தின் மேல் எல்லையை அடைய அவன் ஆசைகொள்ளவேண்டும். ஒரு புஸ்தகத்தைக் கூட வாங்கச் செயலற்றவராக இருப்பதாக நாம் மாணவர்களிற் பலர் சொல்லுவதைக் கேட்டிருப்போம். அவர்களை அநேக புஸ்தகங்களை வாங்கும்படி எப்படி வற்புறுத்த முடியும்? ஆகையால் இவற்றையெல்லாம் மனதில் வைத்துக்கொண்டே இப்புஸ்தகத்தை எழுதியுள்ளேன்.

எனது நோக்கம் எவ்வளவு நிறைவேறியிருக்கிறதென் பதை இதை வாசிப்போர்தான் கூற இயலும். இண்டர் மீடியட் வகுப்புக்குத் தேவையில்லை என்றெண்ணக்கூடிய பாகங்கள் சிறு எழுத்தில் அச்சிடப்பட்டிருக்கின்றன. நவீன ரஸாயனத்தைப்பற்றித் தமிழில் எழுதப்பட்டது இதுவே முதல் நூலாகையால், சிறிது விஸ்தாரமாகவே விஷயங்களை விவரிக்க நேரிட்டது; இந்நூலை இரண்டு பாகங்களாகவும் பிரித்து அச்சிடவேண்டி வந்தது. ரஸா யன வாதமும் அலோகத்தனிப்பொருள்களைப்பற்றிய விவரங்களும் முதற் பாகத்திலும், ஜாதி விச்லேஷண முறையும் உலோக சாஸ்திரமும் இரண்டாவது பாகத்தி லும் காணப்படும்.

பாலர் முதல் கிழவர்வரை எல்லோரும் கதை கேட்க விரும்புவர். ஆகையால் முறைகள், பொருள்கள் என்பவற் றைப்பற்றிய சரித்திரத்தை ஆங்காங்குக் கொடுத்துள் ளேன். சரித்திரமுறையில் பாடம் கற்பிக்கவேண்டுமென் பதே அறிவுடையாரின் தற்கால அபிப்பிராயம். இன்னும் ரஸாயன வாதமும் வறட்டுக்கொள்கைகளுமே ரஸாயன சாஸ்திரத்திற்கும் ரஸாயனத் தொழில்முறைகளுக்கும் அடிப்படை. ஆகையால் இவ்வகை விஞ்ஞான தத்துவங்க ளையும் (உதாரணமாக, சலன ஸங்கல்பம், பிண்டகர்ம நியா யம், உஷ்ண ரஸாயனம், ரஸாயன சாமியஸ்திதி, மின்னணு ஸங்கல்பம், பரமாணு ஜோடனையைப்பற்றிய தற்கால அபிப்பிராயம், ஸம்யோக சக்திவாதம் முதலியன) 'இண் டர்மீடியட்' மாணவர்கள் எளிதில் அறியும்வண்ணம் எழுத முயன்றிருக்கிறேன்.

நமது தேசத்தின் கனிஜவளம், தாதுவளம் என்ன? நம் தேசத்தில் எந்த அளவில் அவை இக்காலத்தில் உப யோகிக்கப்படுகின்றன? நமது கனிஜவளத்தைக்கொண்டு நாம் எந்தெந்தத் தொழிலை நடத்தலாம்? எந்தெந்தத் தொழில் இப்பொழுது நடைபெறுகிறது? என்பவற்

றைப்பற்றி நமது மாணவர்களிற் பலர் அறியாமலிருப்பது மிக வருந்தத்தக்கது. இவைகளைப்பற்றியும் சந்தர்ப்பத்திற் கேற்றவாறு பல இடங்களில் சுருக்கிக்காட்டியுள்ளேன்.

பொதுவாகத் தமிழ்நாட்டுமக்கள் இந்நூலிலுள்ள விஷயத்தைச் சிரமமில்லாமலும் அதிகமாய்ப் பிறருதவியில்லாமலும் தெரிந்துகொள்ளக்கூடும் என்று நம்புகிறேன்.

இப்புஸ்தகத்தை எழுதி முடிப்பதில் எனக்குப் பல விதங்களில் உதவிபுரிந்த எனதாப்த நண்பர்களுக்கும் எனதருமை மாணவர்களுக்கும், இப்புஸ்தகம் அச்சிலிருந்த சமயம், அச்சுப்பிழை, முதலிய திருத்தங்களைச் செய்வதில் எனக்குப் பேருதவிசெய்த தமிழாசிரியர் ஸ்ரீ இ. செ. வரதராஜய்யர் அவர்களுக்கும் என்னுடன் ரஸாயனம் போதிக்கும் ஆசிரியர்களுக்கும் என் மனமார்ந்த வந்தனங்களைச் செலுத்துகிறேன். இப்புஸ்தகத்தை அச்சடிக்குங்கால் திருச்சி செயின்ட் ஜோஸப் அச்சுக்கூடத்தார் காட்டிய உற்சாகமும் உதவியும் போற்றத்தக்கவை. அவர்களுக்கும் என் வந்தனங்களைச் செலுத்துகிறேன். இந்நூலை வெளியிடும் அண்ணாமலை சர்வகலாசாலையாருக்கும் எனது மனமார்ந்த நன்றியறிதலைத் தெரிவித்துக்கொள்கிறேன்.

அண்ணாமலைநகர்,
3-10-1938.

நா. அனந்தவைத்யநாதன்.

குறியீடுகள்

அ = அமுக்கம் (Pressure)
அ. பா. = அணுபாரம் (Molecular weight)
ஆ. தி. = ஆவிதிண்மை (Vapour density)
உ = சதாம்ச உஷ்ணமானிக்குரிய உஷ்ண நிலை (Centigrade temperature)
உ = நிரபேக்ஷ உஷ்ணநிலை (Absolute temperature)
க = மாறாவிராசி (Constant)
கி. = கிராம் (Gramme)
க.ச.மீ. = கன சதாம்ச மீட்டர் (Cubic centimetre)
ச.மீ. = சதாம்ச மீட்டர் (Centimetre)
த. உ. = தாரதம்ய உஷ்ணம் (Specific heat)
தா. = தாபாங்கம் (Calorie)
தி.உ.அ. = திட்ட உஷ்ண அமுக்க நிலை (Normal temperature and pressure— N.T.P. or S.T.P.)
ப.பா. = பரமாணுபாரம் (Atomic weight)
மீ. = மீட்டர் (Metre)
வா.அ. = வாயுமண்டல அமுக்கம் (Pressure in atmospheres)
வி (விலயனம்) = விதி (விலயனம்) (Normal solution)
$\frac{வி}{10}$ = தசாம்சவிதி (விலயனம்) (Decinormal solution)
ஸ.மீ. = ஸஹஸ்ராம்ச மீட்டர் (Millimetre)
°ச = சதாம்ச உஷ்ணாங்கம் (Degrees Centigrade). உஷ்ண நிலையைக்காட்டுங் குறி.
= = சமக்குறி.
→ = சமக்குறி. விகாரத்தின் போக்கையுங் காட்டுங் குறி.
⇄ = சமக்குறி. முன்னும் பின்னும் செல்லும் அதாவது விபரீத விகாரத்தைக் (Reversible reaction) காட்டுங் குறி.
= தனமின்சார மின்னணு (Positively charged ion) என்பதைக் காட்டுங் குறி.
= ருணமின்சார மின்னணு (Negatively charged ion) என்று காட்டுங் குறி.

பொருளடக்கம்

**

பிழை திருத்தம்

பக்கம்	வரி	பிழை	திருத்தம்
7	29	பூஜ்யநிலை	முள்ளுசிநிலை
8	1	,,	,,
11	8	,,	,,
20	27	பருமானத்தை	பருமனை
46	9-10	'மாக்ஷிகம் என்று சொல்லப்படுகிற'	என்பதை அடித்துவிடவும். (மாக்ஷிகம் இரு வகைப்படும். இரும்பும் கந்தகமும் சேர்ந்தது ஒரு வகை தாது; தாமிரமும் கந்தகமும் சேர்ந்தது மற்றொரு வகை)
46	12-13	அயச-கந்தகிகஜத்தில்	நீர் - அயச - கந்தகிகஜத்தில்
46	13	Ferrous sulphate	Hydrated ferrous sulphate
49	29	முசையிலெடுத்து	மூசையிலெடுத்து
58	25	வளர்த்த	தயாரித்த
77	18	தலம்	பௌம்யம்
107	8	....	'தோன்றும் என்பதற்குப்பிறகு 'இது பிராணவாயு வெளிவருவதாலேயே' என்பதைச் சேர்த்துக்கொள்ளவும்.
107	9	வெளிக்கிளம்பும்	அதிகமாக வெளிவரும்
117	6	பருமம்	பருமன்
123	16	வெற்றிட கலத்திலும்	வெற்றிடக்கலத்திலும்
148	7-8	தண்ணீருடன் சேர்ந்தால்	சூடு செய்விக்கப்பட்டால் (இதுவே நல்ல முறை)
148	படம் 44	'தண்ணீர் ↑	இதை அடித்துவிடவும்
156	3	$3Fe + 4H_2O \rightleftarrows Fe_3O_4 + 4H_2O$	$3Fe + 4H_2O \rightleftarrows Fe_3O_4 + 4H_2$
177	21	பருமம்	பருமன்
182	கடைசி வரி	சிதைகுண்டநீர்	சீதைகுண்டநீர்

பக்கம்	வரி	பிழை	திருத்தம்
184	24	அப்ஜ இங்காலிகஜங்கள்	அப்ஜனக இங்காலிகஜங்கள்
213	8	காமிலமும்	சாமிலமும்
310	23-24	கிராம் அணுநிலையிலுள்ள	கிராம் அணுபாரமுள்ள
360	16	....	முதல் சுன்னத்திற்குப் பிறகு ஒரு புள்ளியை அமைக்கவும்.
396	3	Graprite	Graphite
397	14-15	அப்ஜ - ஹரிதககாமிலத்திற் கரைத்து	அப்ஜனக - ஹரிதகையுடன் விகாரிக்கச்செய்து
399	24	2KCl	KCl
405	20	34°சல்	—34°சல்
408	3	YCl	½ YCl_2
568	21	Kiesulghur	Kiesulguhr
612	30	35·5°ச	—35·5°ச
668	4	Heptonide	Heptoxide
765	10-11	H′	H·
766	16	H_4S	H_2S
798	கடைசி வரி	$Fe(SO_4)_3$	$Fe_2(SO_4)_3$
799	1	கார்டாலன	கார்டாலன்
800	22	17°ச	17°ச.
803	31	தொழிலும்	தொழிலிலும்
875	5	5 கி.	·5 கி.
896	23	(4N)	(2N)
904	9	விபாகிக்கும்	விபாகிக்கப்படும்
980	14	....	'இடப்பொருள்' என்பது P_4O_5 என்பதற்கடியிலிருக்கவேண்டும்
998	13	வேண்டும்பொழு	வேண்டும்பொழுது
1045	4	மாலிப்டனிகளும்	மாலிப்டிகளும்
1132	15	விட்டமன்	விட்மன்
1185	16	$Sn(OH_2)$	$Sn(OH)_2$
1218	20	Kiesulghur	Kiesulguhr
1239	10	பொருந்தவிடுதல்	பொரிக்கவிடுதல்

பக்கம்	வரி	பிழை	திருத்தம்
23	15	Cumbustion	Combustion
74	17	" அப்ஜ "	" அப்ஜனக "
74	19	ஸோடிய-அப்ஜ-கந்தகி கஜம்	ஸோடிய-அப்ஜனக-கந்தகிகஜம்
97	15	தலம்	பௌமயம்
145	5	அப்ஜ-கந்தகை	அப்ஜனக-கந்தகை
287	25	35·36	35·46
358	23	K_2So_4	K_2SO_4
358	24	$(So_4)_3$	$(SO_4)_3$
394	15-16	ஸ்டாஸ்போர்ட் (Stassfort)	ஸ்டாஸ்பர்ட் (Stassfurt)
(563)	(27)	('ஸ்டாஸ்போர்ட்' என்பதை 'ஸ்டாஸ்பர்ட்' என்று மற்ற இடங்களிலும் திருத்திக் கொள்ளவும்.)	
407	கடைசி	Carbons	carbons
577	3, 4	அயச-இரக்தகை	அய-இரக்தகை
587	2	பாஸ்வர-இரி-பாடலகை	பாஸ்வர-த்ரி-பாடலகை
701	கடைசி	unctions	functions
703	கடைசிக்கு மேல்	X ஒன்பது	X என்பது
801	24	$O=S^{vi}\begin{matrix} - O \\ - O \end{matrix}$	$O=S^{vi}\begin{matrix} = O \\ = O \end{matrix}$
904	6	அப்ஜ-பா-பிராஸோனை	அப்ஜனக-பா-பிராஸோனை
924	31	$NH_2 \cdot NH_4$	$NH_2 \cdot NH_2$
1084	28	$(Mg_3Sb)_2$	(Mg_3Sb_2)
1102	5	$(BiO)_2C_2H_4$	$(BiO)_2C_2O_4$
1174		நீர் அணைப்பான் படம்	தெளிவாக அறியும்பொருட்டு இப்படம் வரையப்பட்டது. இது சரியான படம் அன்று. இதன் அமைப்பு சிக்கலானது.

பக்கம்	வரி	பிழை	திருத்தம்
1235		மாகத மணியின் சங் அடியிலுள்ள Be கேத அமைப்பு	என்பதை அதன் [illegible] உள்ள இரண்டு O [illegible] ஒரு பக்கமாக் கொண்டால் [illegible]
1245	12	albumin	albumen
		கேசுராசாக் என்று [illegible] என்று திருத்திக்கொள்ளவும். சமீகரணங்களில் [illegible] செய்துகொள்ளவும்.	
480	17	Na_3SO_4	Na_2SO_4
489	7	3H'	3H·
490	11	CO_3	CO_3''
577	9	$2FeBr_2$	$2FeBr_3$
650	25	3CaCl	$3CaCl_2$
655	15	$2H_2SO_4$	$3H_2SO_4$
655	15	ClO_2	$2ClO_2$
655	17	2ClO	$2ClO_2$
657	25	$HClO_2+HClO_2$	$HClO_2+HClO_3$
672	9	Na'	Na·
680	27	→ +2NaBr	→2NaBr
686	3	$Ba(IO_3)_2$	2Ba(IO
687	18	+S	+5S
746	3	$+6H_2O$	$+6H_2O+3O$
772	[illegible]	$+H_2S\uparrow$	$+H_2S\rightarrow$
1026	24	POCl	POCl
1035	10	$6H_3PO_4$	$3H_3PO_4$
1044	20	$NaNO_2$	$NaNO_3$
1152	17	K_2SO_4	$2K_2SO_4$
1253	9	$2B+Na_2CO_3\rightarrow 2NaBO_2+CO$	$2B+Na_2CO_3+2H_2O\rightarrow 2NaBO_2+CO+2H_2$

நவீன
அசேதன ரஸாயனம்

(Modern Inorganic Chemistry)



அத்தியாயம் 1



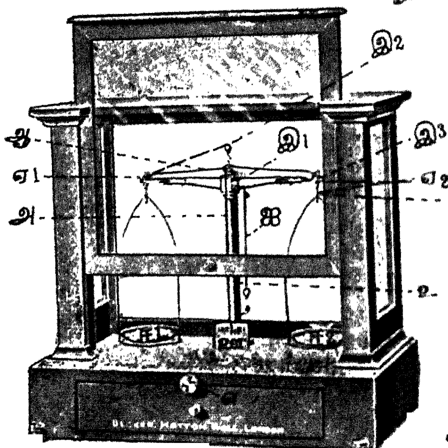
ரஸாயனத்திற்குரிய முக்கிய உபகரணங்கள்

தராசு

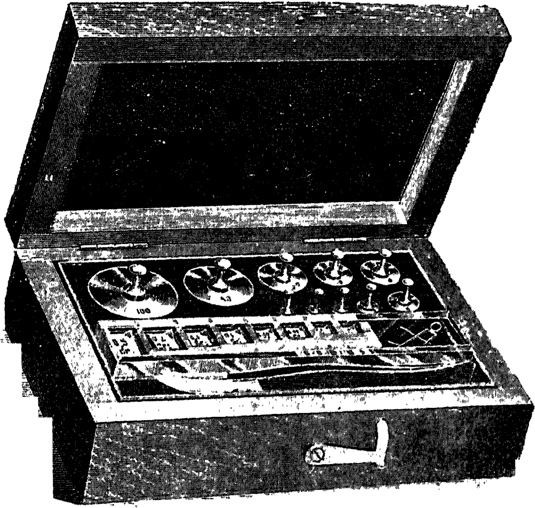
ரஸாயன சோதனைச்சாலையில் உபயோகப்படுங் கருவிகளில் மிகவும் முக்கியமானது தராசே. முதன்முதலில், ரஸாயன முறையில் எவர் தராசை உபயோகப்படுத்தினாரென்று கவனிக்கும்பொழுது, பிரான்ஸ் தேசத்து ரஸாயன சாஸ்திரியாகிய லவாசியர் (Lavoisier) என்று அநேகர் அபிப்பிராயப்படுகிறார்கள். ஆனால், ரஸாயன முறையின் முதற்றோழனாகவும், அநேகப் பிரமாணங்களின் சூக்ஷ்மத்தை அறிந்து தெரிவிக்கவும் முதலில் இக்கருவியை எவர் உபயோகப்படுத்தினாரென்று சொல்லுவது ஒரு சிரமமான காரியமே. லவாசியருக்கு முன்னமேயே, ஜீன் ரே (Jean Rey), பாயில் (Boyle), லோமானஸாவ் (Lomonossov), ப்ளாக் (Black) என்பவர்கள் தராசை உபயோகப்படுத்தியே ரஸாயன சம்பந்தமான அநேக முக்கிய பயன்களை யடைந்து, முடிவுகளை வெளியிட்டிருக்கிறார்கள். ஒன்றுமட்டும் நிச்சயம். தராசே ரஸாயன சாஸ்திரத்தின் முன்னேற்றத்திற்கும், அநேக சூக்ஷ்ம ரகசியங்களைத் தெரிந்துகொள்வதற்கும்,

BECKER. HATTON WALL. LONDON

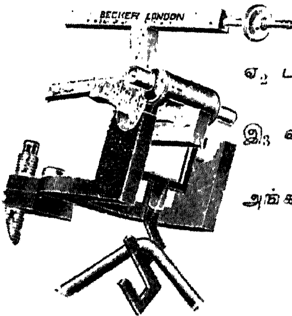
சூக்ஷ்ம தராசு



படம் 1-A



படிக்கற்பெட்டி



படம் 1-B

பல சட்டதிட்டங்களை ஏற்படுத்தி அநேக விஷயங்களைப் பொது விதிகளுக்குள் அமைப்பதற்கும் முதற் காரணம். ஆகையால் அதைப்பற்றிக் கவனிக்கவேண்டியது நமது முதற் கடமை.

தராசின் உறுப்புக்கள்

நேர் ஸ்தம்பமாகிய ‘அ’ என்பதில் பதித்திருக்கும் ‘ஆ’ என்பது தராசுக்கோல். இக்கோல், மத்தியிலுள்ள ‘இ[1]’ என்னும் வச்சிரக்கல்லாற் செய்யப்பட்ட கத்தி முனைமேல் (Agate knife edge) அமைந்திருக்கிறது. கோலின் இரண்டு நுனிகளிலுமுள்ள மற்ற இரண்டு ‘இ[2]’, ‘இ[3]’ வச்சிரக்கத்தி முனைகளில் இரண்டு அங்கவடிகள் (Stirrups) தொங்குகின்றன. வச்சிரக்கல் மிகவும் கடினத்வமுள்ளதாதலால் மேற்சொல்லிய கத்தி முனைகள் தேயமாட்டா. ஆகையால் இத்தகைய தராசை வெகு காலத்திற்கு உபயோகப்படுத்தலாம். ‘த[1]’, ‘த[2]’ என்னும் தராசுத் தட்டுக்கள், அங்கவடிகளிலுள்ள கொக்கிகளில் மாட்டப்பட்டிருக்கின்றன. ‘ம’ என்னும் முள்ளானது ‘மை’ என்ற [illegible] தட்டையாய் [illegible] கோல் [illegible] அசையும். ‘ப’ என்பது [illegible] யின் கைப்பிடி (Arrest). அதைத் திருப்புவதால் தராசுக் கோல் தூக்கப்படும். அதைத் திருப்பி இடத்திற்குக் கொண்டுவந்துவிட்டால் தராசுக் கோல் [illegible] படுகிறது. ‘மு[1]’ ‘மு[2]’ என்ற [illegible] திருகாணிகளால் [illegible] [illegible] ‘நூ’ என்பது [illegible] (மட்டக்குண்டு) (Plumb-line). [illegible] அதனடியிலுள்ள [illegible] இருக்கும்படி [illegible] செய்வார். [illegible] [illegible] ஆதற் [illegible] [illegible] [illegible] இருக்கும்படி [illegible] [illegible].

நன்றாயமைத்துச் சரிக்கட்டப்பட்ட தராசில் எந்தப் பொருளையும் சரிவர (Accurately) நிறுக்கலாம், உதாரணம் :—அநேகமாகச் சம எடையுள்ள இரண்டு பொருள்களின் நிறை ஒரு கிராமின் ஸஹஸ்ராம்சத்தில் ஒரு பங்கு வித்தியாசப்பட்டபோதிலும் அதை இத்தராசு காட்டிக் கொடுத்துவிடும். அவற்றின் நிறை வித்தியாசம் லக்ஷத்தில் ஒரு பங்கே. ஆகையால் ரஸாயன சாஸ்திரி உபயோகப்படுத்துந் தராசு மிகவும் நுட்பமான கருவியாகும். அதை வெகு ஜாக்கிரதையாக உபயோகப்படுத்தவேண்டும். அதையுபயோகிப்பதற்குரிய விதிகளை வாசித்து, அவற்றைத் தவறாது அநுஷ்டிக்கவேண்டும்.

தராசின் பூஜ்யநிலை (Zero-point)

அல்லது

முள்ளூசி நிலை (Resting-point)

தராசுத்தட்டுகளில் ஒன்றுமில்லாத சமயத்தில் ஆடுகின்ற தராசுக்கோலினதுமுள் அளவுகோலின் எந்தக் கோட்டில் வந்து அசைவின்றி நிற்குமோ, அந்த நிலையே 'பூஜ்ய நிலை' எனப்படும். அநேகமாக அந்நிலை அளவுகோலின் மத்தியக்கோட்டுடன் இணங்குகிறதில்லை. தராசுக்குத் தராசு அது மாறும். காலத்திற்குக் காலமும் அது வேறுபாடடையும். முள்ளானது அளவுகோலின் நடுக்கோட்டிற்கு இருபக்கங்களிலும் சமதூரம் சென்றால் சமபாரநிலை அடையப்பெற்றது என்று ஒருவாறு வைத்துக் கொள்ளலாம். நல்ல திருத்தமான வேலைக்கு இம்முறையை உபயோகப்படுத்தக் கூடாதென்பதற்குப் பல காரணங்களுண்டு.

லோலனக்கிரம நிறுவை அல்லது ஆட்டமுறை நிறுவை

(Vibration method of weighing)

தராசின் பூஜ்ய நிலையைக் கண்டுபிடி. தராசுக்கோலை மெதுவாக விடுதலை செய். அவசியமானால் ஒரு தட்டின்

மேல் கையால் மெதுவாக வீசி, முள்ளூசி அளவுகோலின் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் 4 அல்லது 5 கோடுகள்வரை செல்லும்படி கோலை யாடச் செய். தராசுப்பெட்டியின் கதவை மூடிவிட்டு அளவுகோலின் நடுவுக்குமுள் நின்று முதலிரண்டு லோலனங்கள் முடிந்தபிறகு முள் இடதுபக்கம் செல்லும் எல்லை நிலையை மூன்று தரமும், வலதுபக்கம் செல்லும் எல்லை நிலையை இரண்டு தரமும் கவனமாகக் குறித்துக் கொள். இரண்டு பக்கத்து நிலைகளுக்கும் சராசரி பார்த்து அவ்வெண்களைக் கூட்டி, அவற்றைப் பாதியாக்கவும். இம்மாதிரி இரண்டு அல்லது மூன்று தடவை செய்யவும். இப்படிக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட தொகைகளின் வித்தியாசம் அளவுகோட்டின் தசாம்சத்தில் மூன்று அல்லது இரண்டுக்குமேற் போகக்கூடாது. அப்படி வந்த எண்களின் சராசரியே தராசின் பூஜ்யாங்கம். இப்பூஜ்யாங்கம் அடிக்கடி கொஞ்சம் மாறுதலடைவதால் நிறுக்க வேண்டிய ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் அதைக் கண்டுபிடித்துக் கொள்ளவேண்டும்.

நிறுக்கவேண்டிய பண்டத்தை இடது தட்டில் வைத்து வலது தட்டில் படிக்கல்லைப்போட்டு எடைபோடு. சீக்கிரமாக நிறுக்கும்பொருட்டுப் பண்டத்தின் உத்தேச நிறையைவிடக் கொஞ்சம் அதிக நிறையுள்ள படிக்கல்லை வலது தட்டில் முதலில் வைக்கவும். பண்டத்தின் நிறை 15 அல்லது 20 கிராம் இருக்குமென்று தோன்றினால் முதலில் 20 கிராம் படிக்கல்லை வைத்து, தராசின் கைப்பிடியைத் திருப்பிப் பார்க்கவும். அது அதிகமாயிருந்தால் 10 கிராம் படிக்கல்லை வைத்துப் பார்க்கவும். அதற்குப்பின் வரிசைக்கிரமமாகப் படிக்கல்லைப் போட்டுத் தூக்கிப் பார்க்கவும். தராசுக்கோல் அசையும்போது தராசுத் தட்டுக்களிலிருந்து சாமான்களையாவது படிக்கற்களையாவது எடுக்கவோ கூடாது; அவற்றில் வைக்கவோ கூடாது. ஆகவே தாங்கியைப் பலமுறை இடத்திருந்து திருப்பி நிறுத்தல் அங்ஙனம் செய்யவேண்டும். பெரும்பொழுது நிறுத்த

தகில் 16·46 கிராம் நிறை கொஞ்சம் குறைவாகவும், 16·47 கிராம் நிறை கொஞ்சம் அதிகமாகவும் இருப்பதாக வைத்துக்கொள்வோம்.

[அதிக நுட்பமான தராசுகளில் ஆரோஹிணி அல்லது ஏறி (Rider) என்ற ஒரு வளைந்த கம்பியைத் தராசுக்கோலிலுள்ள அளவு கோடுகளுள் (அல்லது, எடைவாய்களுள்) ஒன்றில் அமைத்துச் சரியான எடையை அறியலாம். ஆனால் அம்முறையானது 'இண்டர் மீடியட்' வகுப்பில் அநுஷ்டிக்கப்படாமையால் அதைப்பற்றி இங்கு விரித்து உரைக்கவில்லை.]

தராசின் சூக்ஷ்ம சூசனநிலை (Sensitiveness of a Balance)

எடைகட்டிய பிறகு ஒரு பக்கத்தில் ஒரு ஸஹஸ்ராம்ச கிராம் அதிகமாகப் போடப்பட்டபொழுது, தராசு முள் பூஜ்ய நிலையிலிருந்து விலகுங் கோண அளவே சூக்ஷ்ம சூசன (சக்தி) நிலை எனப்படும். அதாவது, ஒரு ஸஹஸ்ராம்ச கிராம் வித்தியாசத்தால் ஏற்படக் கூடிய முள்ளின் இடப்பெயர்ச்சியே அதைக் குறிக்கும். இந்நிலையானது எடைக்குத் தகுந்தாற்போல் மாறும். எடை அதிகமாக ஆக, அது குறைந்துகொண்டு வரும். பல எடைகளுக்குக் கண்டுபிடித்து அதை 'கிராப்' (Graph) காகிதத்தில் வரைந்து வைத்துக்கொண்டு வேண்டிய காலத்தில் உபயோகப்படுத்திக்கொள்ளலாம்.

·01 கிராம் சுத்தத்தின் அளவு நிறுத்தல்.

தட்டுக்களில் பாரமில்லாத சமயத்தில் பூஜ்ய நிலை 5·6 என்று வைத்துக்கொள்வோம். இடது தட்டில் சாமானை வைத்து வலது தட்டில் படிக்கற்களைப் போட்டு எடை கட்டியதில் சாமானின் நிறை 7·5 கிராம்களுக்குச் சரியாக இருக்குமென்று வைத்துக்கொள்வோம். அந்நிலைமையில் பூஜ்ய நிலையைக் கண்டுபிடி. அந்நிலை 6·2 ஆக இருக்கட்டும். வலதுதட்டில் 10 ஸஹஸ்ராம்ச கிராம் படிக்கல்லைப்

போட்டுப் பூஜ்ய நிலையைக் கண்டுபிடி. அது 4·5 என்று கண்டால், 10 மில்லிகிராம் வித்தியாசத்திற்கு (6·2—4·5=) 1·7 அளவு கோடுகளின் தூரம் இடப்பெயர்ச்சி ஏற்பட்டிருக்கிறது. அதனால் [illegible] =0·17.

7·51 கிராம், தராசின் [illegible] அதிகம். 7·50 கிராம், குறைவு. அதன் உண்மை நிறை என்ன? தராசில் [illegible] =5·6. 7·51 கிராம் எடை கட்டும் போது பூஜ்ய நிலை=4·5. வித்தியாசம்=1·1.

1·1 அளவு கோடுகள் செல்லவேண்டிய [illegible] :—

$$\frac{1\cdot1}{\cdot17} = 6\cdot5$$ மில்லிகிராம் [illegible].

[illegible] 7·51—·0065=7·5035 [illegible] 7·51 [illegible].

படிக்கற்களைக் கொண்டு [illegible] அதிகப்படியானது. அந்த [illegible] வகையைக் கைக்கொண்டால்தான் காலதாமதமின்றியும், [illegible] கஷ்டங்களின்றியும் வேலை செய்யலாம்.

படிக்கற் பெட்டியும் அதன் அமைப்பும்

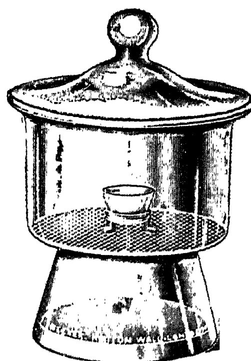
படிக்கற்கள் பெட்டியில் எவ்வாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன என்பதைக் கவனித்துப் பார். படிக்கற்கள் எல்லாம் திட்டமாய்ச் செய்யப்பட்டவைகளாதலாலும், நுட்பமான வேலைக்கு உபயோகப்படுத்தப்படுவன வாதலாலும் அவைகளை வெகு ஜாக்கிரதையாக உபயோகப்படுத்த வேண்டும். எக்காரணத்தைக் கொண்டும் எக்காலத்திலும் அவற்றைக் கையால் தொடவே கூடாது. அவற்றைக் கையால் தொட்டால் பல பிழைகள் ஏற்படுவதுமல்லாமல் அவைகளும் கெட்டுப்போய்விடும். சின்னப் படிக்கற்களை (Fractional weights) உபயோகப்படுத்தும் பொழுது இன்னும் அதிக ஜாக்கிரதையுடன் இருக்க வேண்டும்.

படிக்கற்களை எப்பொழுதும் சாமணத்தாலேயே (Forceps) எடுக்கவேண்டும். நிறுத்தபிறகு படிக்கற்களைப் பெட்டியில் அவ்வவற்றிற்கு ஏற்பட்ட இடங்களில் திருப்பி வைத்துவிடவேண்டும்.

தராசை உபயோகிக்கும்பொழுது கவனிக்கவேண்டிய முக்கியமான விதிகள்

ஏதேனுந் துளி தப்பான நிறை ஏற்பட்டாலும் விச்லேஷணத்தை (Analysis) அது முற்றிலும் கெடுத்துவிடும். இவ்வுண்மை, தராசைக் கையாளும்போதெல்லாம் நன்றாய் ஞாபகத்திலிருக்கவேண்டும்.

1. நிறுக்கவேண்டிய பொருள் தராசிருக்கும் அறையின் உஷ்ண நிலையிலேதானிருக்கவேண்டும். சூடான பொருள்களை நிறுக்கவே கூடாது. அவற்றைக் குளிரச் செய்த பிறகே தட்டில் வைக்கவேண்டும். சூடான



ஈரம் வாங்கி

படம் 2

பொருள்களை 2-வது படத்திற் காட்டியபடி ஈரம் வாங்கியில் (Desiccator) வைத்துக் குளிரச் செய்யவும். ஈரம் வாங்கியினடியிற் கெட்டின கந்தகத்திராவக மிருக்கும்.

பாரத்தை வாங்குவதற்கு அதற்குச் சக்தியுண்டு. மேலும், இவ்விதம் குளிரச் செய்தால் நிறுக்கவேண்டிய பண்டத்தில் ஆகாயத்திலிருக்கும் நீராவி முதலியன படியா. சூடான பொருள் சாதாரண உஷ்ணநிலைக்கு வரச் சுமார் இருபது நிமிஷங்கள் ஆகும். ஆனால், இந்நிலையடைய வேண்டிய காலம், பொருளின் தன்மையையும் பாரத்தையும் பொருத்திருக்கிறது.

2. கையாளப்பட்ட கண்ணாடிப் பாத்திரங்களைச் சுத்தமான உலர்ந்த துணியால் துடைத்துவிட்டு இருபது நிமிஷங்களுக்குக் குறையாமல் தராசறையில் வைத்துவிட்டு அதன்பின்தான் நிறுக்கவேண்டும். கண்ணாடிக் கூஜாக்களையும் U-வடிவமுள்ள குழாய்களையும் நிறுக்கும்பொழுது இவ்விதிமுறை முக்கியமாக அனுசரிக்கவேண்டும். இல்லாவிடில், சில சமயங்களில் 10 மில்லிகிராம் வரை வித்தியாசம் ஏற்படலாம்.

3. திரவப்பொருள்களையும், ஆவியாகப் பரிணமிக்கக்கூடிய (Volatile) திடப்பொருள்களையும் அடைப்பானுள்ள சீசாக்களில் வைத்துத்தான் நிறுக்கவேண்டும். காசகாரியான (Corrosive) ஆவியை வெளிவிடக்கூடிய பொருளடங்கிய சீசாவைத் தராசறையினுள் திறக்கக்கூடாது.

4. நிறுக்கவேண்டிய பொருள்களை நேராகத் தட்டின்மேல் ஒருபொழுதும் வைக்கக்கூடாது. அவைகளை ஒரு கைக்கடிகாரக் கண்ணாடியிலோ அல்லது அடைப்பானுள்ள 'கெர்' (Kerr) என்ற சீசாவிலோ அல்லது வேறு ஏதாவதொரு ஆதாரக் கலத்திலோ போட்டு நிறுக்கவும். நிறுக்கப்படும் பொருள் அதிகம் வேண்டியிருக்குங்கால் தட்டிலிருந்து ஆதாரத்தை வெளியிலெடுத்துக்கொண்டு வேண்டியபொருளைச் சேர்த்துக்கொள்ளவும். நிறுக்கப்படவேண்டிய பொருள் எப்பொழுதும் இடது தட்டில்தான் வைக்கப்படவேண்டும்.

5. தராசின் நடுவுக்கு முன்னால் நின்று அல்லது உட்கார்ந்து வேலைசெய்.

6. தராசுக் கோலை விடுவிக்கும்பொழுதும் அமர்த்தும்பொழுதும் துலை தாங்கிக் கைப்பிடியை மெதுவாகத் திருப்பவும். அவசியமிருந்தால் கையால் ஒரு தட்டின் மேல் வீசி, கோலை ஆடும்படி செய்யவும். தொங்குந் தட்டுக்கள் முன்னும் பின்னும் ஆடக்கூடாது.

7. எடை கட்டும் ஒவ்வொரு சமயத்திலும் சூந்ய நிலையைக் கண்டுபிடிக்கவும்.

8. முள் நடுநிலையை விட்டு இருபக்கமும் 3 அல்லது 4 கோடுகள் தூரம் செல்லவேண்டும். கோல் ஆடும்பொழுது தட்டுக்களை யக்காரணத்தை முன்னிட்டும் தொடக்கூடாது.

9. சாமணத்தாலேயே படிக்கற்களைத் தூக்கவும்.

10. அதிகப் படிக்கற்களைத் தட்டில் வைக்குமுன்பும், எடுக்குமுன்பும் தராசை அமர்த்திவிடவேண்டும்.

11. தராசுப் பெட்டியை மூடிய பிறகே மொத்த எண்ணைக் கணக்கிட்டுக் குறிக்கவேண்டும்.

12. நிறை முதலியவைகளை ஒரு குறிப்புப் புத்தகத்திலேதான் குறித்துக்கொள்ளவேண்டும். காகிதத் துண்டுகளை உபயோகப்படுத்தவே கூடாது. அவை கெட்டுப் போவது சகஜம். படிக்கற் பெட்டியிலுள்ள காலியிடங்களிலிருந்து, எடுக்கப்பட்டிருக்கும் நிறையளவைக் கண்டுபிடித்து, படிக்கற்களைத் திருப்பிப் பெட்டியில் வைக்கும்பொழுது குறிக்கப்பட்ட நிறையைச் சரிபார்க்கவும்.

13. நிறுத்தானவுடன் தட்டுக்களில் மறதியாய் ஒன்றையும் வைத்துவிடாதே.

14. காரியம் முடிந்தவுடன் தராசுப் பெட்டியின் கதவை மூடிவிடு.

15. படிக்கற்களில் எதுவும் காணுமற்போனுல் அவ் விஷயத்தை உடனே உபாத்தியாயரிடம் தெரிவிக்கவும்.

16. எக்காரணத்தைமுன்னிட்டும் மாணுக்கன் கத்தி முனைகளைச் சரிப்படுத்தவாவது அல்லது தாணுகவே துவாரங்களைச் சேர்ப்படுத்தவாவது கூடாது. தூரக சம்பந்தமான எவ்விதக் கோளாற்றையும் உபாத்தியாயரிடம் தெரிவித்தால் அவர் உடனே அதனைச் சரிப்படுத்திக் கொடுப்பார்.

கனபரிமாணமும் அதை அளக்கும் சாதனங்களும்

திரவபதார்த்தங்களின் கனபரிமாணத்தை (பருமனை) அளக்க அநேக அளவு திருத்த கண்ணாடிக் கருவிகள் வழங்கி வருகின்றன. அவற்றுள் முக்கியமானவை:— 1. புரெட் (Burette) என்பது திரவமானி. இதைத் 'தாரை' அல்லது 'புரெட்' என்று அளவுக்கோல் என்றும் கூறுவர். 2. பிப்பெட் (Pipette) என்பது நிர்ப்பட அளவு குழாய். இதைப் 'பிப்பெட்' அல்லது அளவுக் கிடைக்குழல் என்றும் கூறுவர். 3. அளவு குடுவை (Measuring flask). 4. அளவு கோடிட்ட உருளைக் குவளை (Measuring cylinder) அல்லது அளவு ஜாடி. இதை "அளவு உருட்டுக்கலம்" என்றும் சொல்வார்.

மேற்கண்ட சாதனங்கள் அப்பாரமான வேலைக்கு உபயோகப்படுவதானும், அவைகளைக்கொண்டே பண்டங்களின் பரிமாணத்தை கணிக்கிடுவதானும், அவற்றைச் சுத்தமாகவும், ஜாக்கிரதையாகவும் வைத்துக்கொள்ள வேண்டும். கண்ணாடிக் கருவிகளைச் சுத்தஞ்செய்ய அநேக விதமான முறைகளில் ஏதேனுமொன்றை அநுசரிக்கலாம்.

1. கண்ணாடிப் பாத்திரங்களை முதன் முதலில் சோடா உப்பையாவது அல்லது சோடியம்-ஹைடிராக்ஸைடையாவது (Sodium hydroxide) தண்ணீரில்

கரைத்து, அவ்விலயனத்தாற் கழுவவும். பாத்திரத்தி லுள்ள எண்ணெய்ப் பசையெல்லாம் போய்விடும். பிறகு, நல்ல தண்ணீராற் கழுவி, மறுபடியும், வெடியுப்புத் திராவகத்தாற் சுத்தஞ்செய்து அதன்பின் சுத்த ஜலத் தாற் பல தடவை அலம்பவும்.

ஸோடியம்-அப்ஜ-பிராணையைச் சாராயத்திற் கரைத்து உபயோகித்தால், அது வெகு சுலபமாக எண்ணெய்ப் பசையைப் போக்கிவிடும்.

2. மரக்குச்சியின் நுனியில் ஒரு சிறிய கடற் பஞ்சைக் கட்டிச் சவர்க்காரத் தண்ணீரால் (soap water) சுத்திசெய்யலாம். இதற்குக் 'குரங்கு மார்க்கு' சவர்க் காரம் (Monkey brand soap) மேலானது.

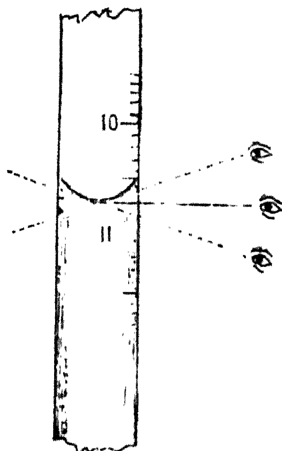
3. க்ஷாரத்தண்ணீராற் கழுவியபிறகு பொட்டா ஸிய துவி கிரோமிகஜவிலயனத்தைச் சுண்டின கந்தகத் திராவகத்துடன் சேர்த்து (Potassium dichromate Solution and concentrated sulphuric acid) அந்தத் திராவகத்தைப் பாத்திரத்திலூற்றிச் சிறிது நேரம் வைத் திருந்து, பிறகு அப்பாத்திரத்தை நல்ல தண்ணீராற் பல முறை கழுவக் கண்ணாடிப் பாத்திரம் வெகு சுத்தமாகி விடும். இம்முறைதான் ரஸாயன சாஸ்திரிகளால் கையா ளப்பட்டுவருகிறது. சீகைக்காய்த் தூள் கொண்டும் கண்ணாடிப் பாத்திரத்திலுள்ள எண்ணெய்ப் பசையைப் போக்கலாம்.

பூரட் (Burette):—திரவங்களை நுட்பமாக அளப்ப தற்கு இக்கருவி வெகு சாதகமாயுள்ளது. சாதாரண உபயோகத்தில் வழங்கிவரும் கருவி 50 கன சதாம்சமீட்டர் அளவுள்ளது (50 cubic centimetres). ஒவ் வொரு கன சதாம்ச மீட்டரளவும் தசாம்சமாகப் பிரிக்கப் பட்டுக் கோடிட்டுக் காண்பிக்கப்பட்டிருக்கிறது. குழாயி னடிப் பாகத்தில் ஒரு கண்ணாடித் திருகடைப்பான்

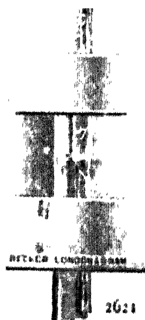




ப்யூரட்



[illegible] பிழை ஏற்படும் சமயங்கள்.



கலவியின் மட்டத்தைச் சுலபமாக வாசிக்கச் சாதக மாயுள்ள வெள்ளைக் கைத் துண்டு.

படம் 3

அமைக்கப்பெற்றுள்ளது. (கண்ணாடித் திருகடைப்பானுக்குப் பதிலாக ஒரு ரப்பர்க் குழாயையும் கவ்வி (clip) யையும் உபயோகிக்கலாம்.) பொட்டாஸிய பரமாங்கனிகஜம், பாடலகம் (Potassium permanganate, Iodine) இவற்றின் விலயனங்களை உபயோகிக்கும்பொழுது கண்ணாடித் திருகடைப்பானுள்ள பூரட்டையே உபயோகிக்கவும்.

பூரட்டை உபயோகிக்கும்பொழுது கவனிக்கவேண்டிய சில முக்கிய விஷயங்களாவன :—

1. பூரட் மிகவும் சுத்தமாக இருக்கவேண்டும்.

2. அது அதற்கேற்பட்டுள்ள தாங்கியில் (stand) செங்குத்தாய் நிற்கவேண்டும்.

3. திருகடைப்பானுக்குத் தேவையான அளவிலேயே கொழுப்பிடவேண்டும்.

4. அடைப்பானைத் திறந்து பூரட்டிலிருக்கும் திரவத்தைக் கீழிறங்கச்செய்து, நுனிக் குழாயிலுள்ள காற்றுக் குமிழிகளையெல்லாம் போக்கிவிட்டு, நுனிக் குழாய் முழுதும் திரவம் நிரம்பியவுடன் அடைப்பானை மூடிவிட வேண்டும்.

5. திரவம் நன்றாய் வடியும்வரை சற்றுக் காத்திருந்தே திரவ மேல்மட்டமாகிய 'கலை'யின் (meniscus) அளவை வாசிக்கவும்.

6. கலையின் தாழ்ந்த பாகத்தின் அளவையே எப்பொழுது மெடுத்துக்கொள்ளவும்.

7. வாசிக்கும்பொழுது கண் பார்வையைத் திரவ மட்டத்திற்கு நேராக வைத்துக்கொள்ளவேண்டும். வேறு எவ்விதமாக வைத்துக்கொண்டு வாசித்தபோதிலும் படத்திற் காட்டியபடி 'ஸ்தானபேதப் பிழை' அதாவது

இடப்பெயர்ச்சிப் பிழை ஏற்பட்டுவிடும். (Parallax error). சில சமயங்களில் அப்படியுண்டாகும் பிழை மிகுதியாகவிருக்கும். (3-வது படத்தைப் பார்க்கவும்).

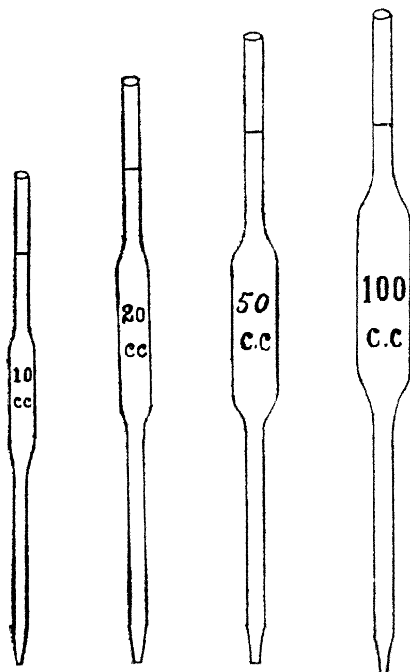
8. பூரட்டிலிருக்கும் திரவ மட்டத்திற்குப் பின்பு ஒரு வெள்ளைக் கடிதத்துண்டை வைத்துப் பார்த்தால் திரவத்தின் மட்டம் எந்த அளவுகோட்டில் இசைந்திருக்கிறது என்பதைத் தெளிவாகக் காணலாம். (3-வது படத்தைப் பார்க்கவும்).

மேற்சொன்ன விதிகளை அநுசரித்த பிறகு திரவ மட்ட நிலையைக் குறித்துக்கொள்ளவும். திருகடைப்பானைத் திறந்து நுனிக் குழாயினடியில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் பாத்திரத்தில் திரவத்தை விழும்படி செய்யவும். வேண்டிய அளவு கொட்டுவதற்குச் சற்று முன்பே திரவ மிறங்குவதுடன் அடைப்பானை மூடி, மெதுவாய்ச் சிறிதளவு திறப்பித் திரவம் சொட்டும்படி செய்து, திரவ மட்டம் வேண்டிய அளவிற்கு வந்தவுடன், அடைப்பானைச் செவ்வையாய் மூடிவிடவும்.

பொறுமையுங் கவனமும் அவசியம் வேண்டும்: படபடப்பும் அவசரமும் கூடவே கூடாது.

பிப்பெட் (Pipette) அல்லது பிபெத் என்பது படத்திற் காட்டிய உருவமுள்ள ஒரு குழாய் திரவமானி. அது குறித்த அளவுப்படி திரவத்தை விடும் ஓர் அளவு குழாய். ஆதலால் அதை அளவுச் சிறுகுழல் என்றுஞ் சொல்லலாம். ஒவ்வோரளவுக்கும் ஒவ்வொரு பிப்பெட் உண்டு. (1 கன. ச. மீ., 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100 கன. ச. மீ.) ஒவ்வொரு பிப்பெட்டிலும் மேற்குழாயில் ஓர் அளவு கோடு இருக்கும். குறித்த அளவு வேண்டியிருக்குஞ் சமயத்தில் அந்தப் பிப்பெட்டில் திரவ மட்டம் கீறிட்ட கோட்டிற்குச் சரியாயிருக்கும்படி செய்து, பிறகு திரவத்தை விழும்படி செய்யவேண்டும். நுனியாக

இழுக்கப்பட்டிருக்கும் அடிப்பாகத்தைத் திரவத்திற்குள் அழுக்கிக் கோட்டளவுக்குமேல் திரவம் வரும்வரை உறிஞ்சி, நுனியை ஆள்காட்டி விரலால் செவ்வையாக



பிப்பெட்டுகள்

படம் 4

மூடி, வெகு ஜாக்கிரதையாய் விரலை மெதுவாக நெகிழ்த்திக் கலையின் கீழ்ப்பாகம் கீறிட்ட கோட்டுடன் இசையும் வரை திரவத்தை வெளியேறச்செய்து, அங்ஙிலை வந்தவுடன் மேல்நுனியை விரலால் அழுத்தமாக மூடிக்கொள்ளவும்.

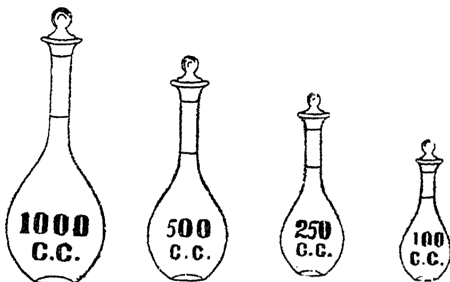
நுனிப்பாகம் கண்ணாடிப் போகலியின் பக்கத்தைத் தொடும்படி திரவமானியைச் சாய்த்து வைத்துக் கொண்டு விரலை யெடுத்துவிடவும். திரவம் முழுதும் விழுந்தபிறகு நுனியில் ஒரு சொட்டுப் பாக்கி நிற்கும். வாயால் ஊதி அத்திரவச் சொட்டைப் பாத்திரத்திற்குள் விடக்கூடாது. திரவத்தின் மேற்பாகத்தை நுனியால் தொட்டால், தந்துகாகர்ஷணத்தால்* (Capillary attraction) ஒரு சிறு அளவு திரவம் இழுத்துக்கொள்ளப் படும். ஆகையால்தான் மீதியிருப்பதைப் பாத்திரத்திற்குள் விழும்படி செய்யக்கூடாது. எனவே, பிப்பெட்டில் கீறிட்ட கோட்டிற்கும், மேலே சொல்லப்படு மிஞ்சி நிற்குந் திரவ நுனியின் மட்டத்திற்கும் இடையேயுள்ள கன அளவே பிப்பெட்டிற் குறித்த அளவுக்கு ஒத்தது.

திட்ட அளவு கூஜா (Standard Flask):—கனவி பாகம் செய்யுஞ் சமயத்தில், படத்திற் காட்டியபடி உருவமுள்ள கருவிகள் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. சாதாரணமாக ஒவ்வொரு கூஜாவும் ஒருவரையறையுள்ள கன அளவு திரவத்தை வைத்துக்கொள்ளுஞ் சக்தியுடையது. ஒவ்வொரு கூஜாவின் கழுத்திலும் ஒரு கீறிட்ட கோடு காணப்படும். அந்த மட்டம் வரையில்தான் திரவத்தை நிரப்பவேண்டும். அக்கீறிட்ட கோடு வரையிலுள்ள கன அளவைக் காட்டும் எண் ஒவ்வொரு கூஜாவிலும் செதுக்கப்பட்டிருக்கும். (5-வது படம்).

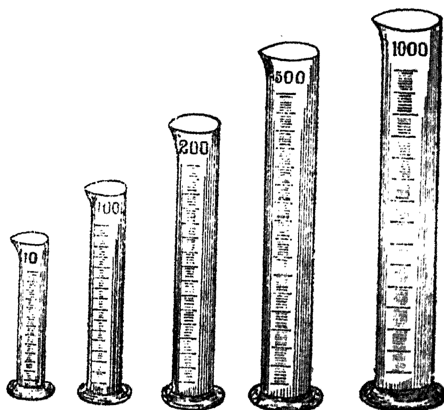
அளவுகோடிட்ட ஸ்தம்பக்குவளை (Measuring cylinder):—இது திரவங்களை சுமாராக அளப்பதற்குச் சாதகமானது. இதிலும் பல அளவுள்ள பாத்திரங்களுண்டு. (5-வது படம்).

* "தந்துகாகர்ஷணம்" என்பதை 'மயிர்ப்புழைக் கவர்ச்சி' என்றுஞ் சொல்லலாம்.

மேற்குறிப்பிட்ட எல்லாக் கனமானிகளிலும் (Volu-metric vessols) ஜலம் முதலிய திரவங்கள் நிற்கும்



திட்ட அளவு கூஜாக்கள்



அளவு கோடிட்ட ஸ்தம்பக் குவளைகள் அல்லது அளவு ஜாடிகள்

படம் 5

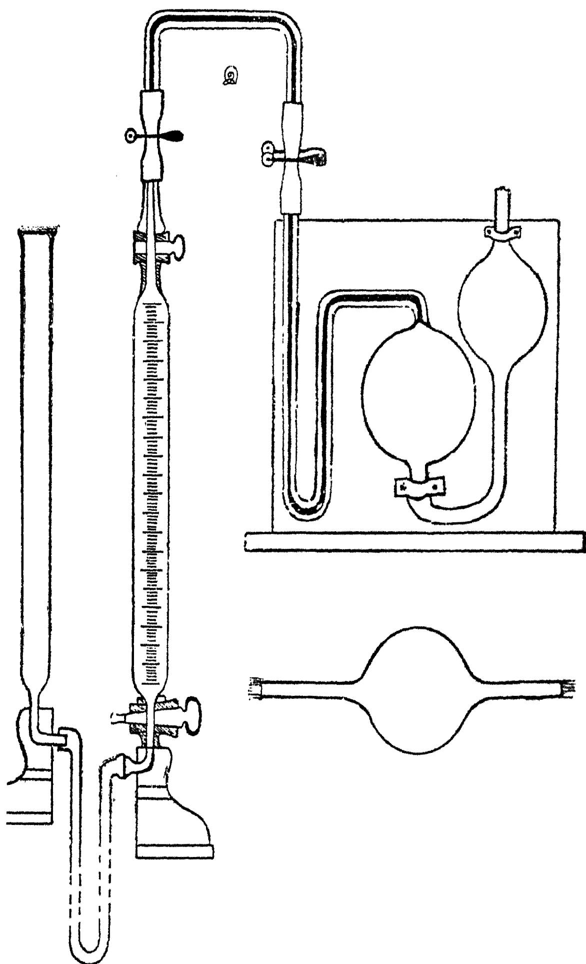
பொழுது திரவத்தின் கலை விரிந்த ரேகை வடிவமாக விருக்கும் (உள்வளைவு=concave). பாதரஸத்தின் கலை

யோவெனிற் குவிந்த வடிவமாக, அதாவது, புறங்குவிந்ததாக (convex) இருக்கும். சாதாரணமாகக் கலையின் கீழ்ப் பாகத்தின் நிலையே எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. ஸ்தான பேதப்பிழைகள் ஏற்படாமற் பார்த்துக்கொள்ளவேண்டியது அவசியம்.

வாயுவிச்லேஷண முறைக்கு (Gas analysis) வேண்டிய கருவிகள் :—

ஹெம்பல் பூரட்டும் ஹெம்பல் பிப்பெட்டும் (Hempel's Burette and Hempol's pipette) வாயுவிச்லேஷண முறைகளிலும் (gas-analysis) சில வாயுக்களின் சங்கலனத்தை (composition) அளவிடுவதிலும் உபயோகிக்கப்படும் முக்கிய கருவிகள். ஆகையால் அவற்றைப் பற்றி இங்கு சுருக்கமாகக் கூறுவோம்.

6-வது படத்தில் ‘அ’ என்று குறிக்கப்பட்டிருப்பது ஹெம்பல் பூரட். அதில் மேலும் கீழும் இரு திருகடைப்பான்களுள. ‘ஆ’ என்பது அப்பூரட்டுடன் ரப்பர் குழாய் கொண்டு இணைக்கப்பட்டிருக்கும் மட்டமாக்குங் குழாய் (Levelling Tube). பூரட்டிலும் மட்டமாக்குங் குழாயிலும், சோதனைக்கேற்றவாறு உரிய திரவத்தை நிரப்பிக் கொண்டு, பூரட்டின்மேல் திருகடைப்பான் வழியே வேண்டிய வாயுவை வேண்டிய அளவில் பூரட்டில் சேகரித்துக் கொள்ளவேண்டும். மேல் திருகடைப்பானை அடைத்து விட்டு, மட்டமாக்குங் குழாயிலும் பூரட்டிலும் திரவம் ஒரே மட்டத்திலிருக்கும்படி செய்யவும். இதைச் செய்ய, மட்டமாக்குங் குழாயை வேண்டியபடி உயர்த்தவோ தணிக்கவோ வேண்டும். அப்படி மட்டமாக்கியபின் பூரட்டிலிருக்கும் வாயுவின் பருமானத்தை வாசிக்கவும். வாயுமண்டல அமுக்க நிலையில் எடுத்துக்கொண்ட வாயுவின் பருமானத்தைக் கண்டறிய இதுவே முறையாம். எடுத்துக்கொண்ட வாயு ஒரு கலவையென்று வைத்துக் கொள்ளுவோம். அதிலுள்ள வாயுக்கள் என்னென்ன



ஹெம்பல் பூரட்டும் ஹெம்பல் பிப்பெட்டும்

படம் 6

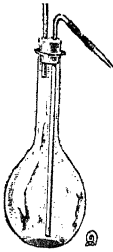
வென்று நமக்குத் தெரியுமென்றும் வைத்துக்கொள்ளுவோம். கலவையிலுள்ள வாயுக்களை ஒன்றன்பின்னொன்றாகக் கீழ்க்கண்ட முறைப்படி அளவிடலாம். படத்திற் காட்டியபடி, 'இ' என்னும் வளைந்த மயிர்த்துளைக் குழாயில் (Capillary tube) தண்ணீரை நிரப்பவேண்டும். அதை வெப்பமானியுடனும் 'ஈ' என்னும் உறிஞ்சும் பிப்பெட்டுடனும், சிறிய ரப்பர்க் குழாய்த் துண்டுகள்கொண்டு இணைக்கவும். உறிஞ்சும் பிப்பெட்டில் பொருத்தமான உரிய உறிஞ்சுபொருளின் கரைசலைத் தகுந்த (Suitable absorbent in the form of its solution) நிரப்பவேண்டும். பிப்பெட்டுக் குழாயிலும் அதுவே விளிம்புவரை நிற்கும். பிப்பெட்டின் முதல் குமிழை மாத்திரம் காற்றுக்கொப்புளங்களில்லாமற் செய்த பின்பு, குழாயின் அடைப்பான் கீழ்த்திறப்புக்கு மட்டமாக்கும் குழாயை மெதுவாக மேல் நோக்கித் தூக்கி, குழாயிலிருந்து வாயு முழுவதையும் பிப்பெட்டிற்குள் செலுத்தவேண்டும். குழாயின்மேல் திருகு அடைப்பானை முடுக்கிவிட்டு, பிப்பெட்டைக் கவனத்துடன் செவ்வையாகக் குலுக்க, அதிலுள்ள திரவம் கலவையிலுள்ள ஒரு வாயுவை உறிஞ்சிக் கரைத்துக் கொள்ளும். பின்பு, மேலை அடைப்பானைத் திறந்து, மட்டமாக்கும் குழாயை வேண்டிய அளவு மெதுவாகக் கீழ் நோக்கித் தணிக்க, பிப்பெட்டிலுள்ள வாயு முழுவதும் ப்யூரட்டுக்கு வந்து சேரும். முன்போல ப்யூரட்டிலுள்ள வாயுவின் பருமனை அளவிடவேண்டும். மேற்கண்ட முறையைத் திரும்பவும் செய்து, மீதி நின்ற வாயுவின் பருமன் குறைகிறதா என்று பார்க்கவேண்டும். குறைவு ஏற்பட்டால் முன்போல் முறையைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்யவும். இனி குறைவு ஏற்படவில்லை என்று தெரிந்துகொண்ட பிறகு, மீதி நிற்கும் வாயுவின் பருமனைக் குறிக்கவும். எடுத்துக்கொண்ட கலவை வாயுவின் பருமனுக்கும் மீதி நிற்கும் வாயுவின் பருமனுக்குமுள்ள வித்தியாசமே, பிப்பெட்டெடுத்துக்கொண்ட

சோஷணியால் உறிஞ்சப்பட்ட வாயுவின் பருமன். கலவை வாயுவிலுள்ள ஒன்றினளவு இவ்விதங் கண்டு பிடிக்கப்பட்டவுடன், மற்றொரு வாயுவை உறிஞ்சிக் கரைக்க வன்மையுடைய வேறொரு சோஷணியின் விலயனத்தை ஹெம்பல் பிப்பெட்டியெடுத்துக்கொண்டு முன் குறித்தபடி சோதனையைத் திருப்பிச்செய்து, கலவையி லுள்ள இவ்விரண்டாவது வாயுவின் அளவைக் கண்டறிய லாம். ஆகையால் கலவையிலுள்ள வாயுக்களுக்கேற்றவாறு பிப்பெட்டில் உரிய சோஷணிகளின் விலயனங்களை ஒன்றன்பின்னொன்றாக எடுத்து கலவையிலுள்ள ஒவ்வொரு வாயுவின் பருமனையுமளவிடலாம்.

சில சமயங்களில் எடுத்த வாயுவை சூடான ஒரு பொருளின்மேற் செலுத்தி விகாரத்தை நடத்த நேரிடும் அச்சமயங்களில், வளைந்த மயிர்ப்புழைக் குழாய்க்குப் பதி லாக, தகனக் கண்ணாடியால் (Cumbustion Glass) செய் யப்பட்ட 'உ' என்று குறிக்கப்பட்டிருக்கும் உண்டைக் குழாயை உபயோகிக்கவேண்டும். உண்டையில் வேண் டிய சோஷணப் பொருளை எடுத்து அதைச் சூடு செய்ய லாம். பாக்கிய ஜனக-பிராணைகளின் (Oxides of nitrogen) சங்கலனத்தை (Composition) அளவிட இது உபயோகமாகும். இதைப்பற்றி அங்கு மறுபடியுங் கூற நேரிடும்.

கழுவு சீசா (Wash bottle)

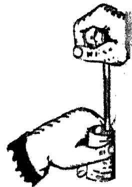
7-வது படத்திற் காட்டியபடி இரண்டு கண்ணாடிக் குழாய்கள் நுழைக்கப்பட்டுள்ள தக்கையால் மூடப்பட்ட கண்ணாடிக் கூஜாவே 'கழுவு சீசா' எனப்படும். அது சம்பந்தமான யந்திர பந்தம் (Mechanism) வெகு சுலபமானதே. மேற்கூறிய குழாய்களில் ஒன்றின் வழியாக நம் வாயால் ஊதினால் உட்செல்லுங் காற்று ஜலத்தையமுக்கி மற்றொரு வளைந்த குழாயின் வழியாக வெளியே வரும்படி செய்யும். அக்குழாய்களிற்



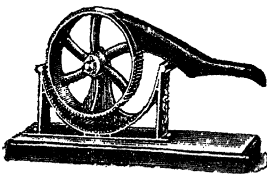
கழுவு-சீசா



வெட்டித்தமிர்ச்சாணை

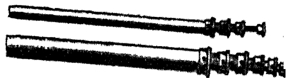


தக்கையில் துளைபோ

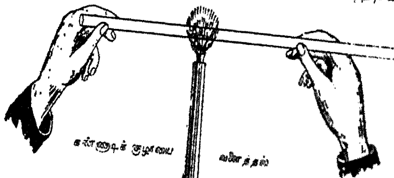


தக்கை அழுத்தி

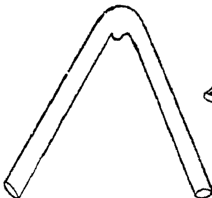




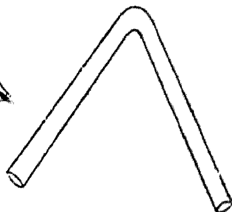
வெட்டித்,தமிரபிங்கு



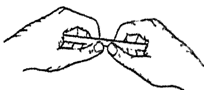
கண்ணாடிக் குழாயை வளைத்தல்



தப்பாய்
வளைக்கப்பட்ட
கண்ணாடிக் குழாய்



சுத்தமாய்
வளைக்கப்பட்ட
கண்ணாடிக் குழாய்



கண்ணாடிக் குழாயை முறித்தல்

படம் 7

குட்டையாயுள்ளது இம்மாதிரி வளைக்கப் பட்டிருக்கும். மற்றொரு குழாய் நீண்டது. அது இவ்வடிவமுள்ளது. 'இ' என்ற நுனி தண்ணீருக்குள் எப்பொழுதும் அமுங்கிக் கூஜாவின் அடிமட்டத்திற்குச் சற்றுமேலோடு நிற்கும். 'ஈ' என்ற இடத்தில் வேறொரு நுனிக்குழாய் (Jet tube) ரப்பர்க் குழாய்கொண்டு அமைக்கப்பட்டிருக்கும். அவசியமுள்ள காலங்களில் கழுவு சீசாவைத் திருப்பாமல் இந் நுனிக் குழாயை ரப்பர்க் குழாயின் சாதகத்தினால் வேண்டியபடி திருப்பிக்கொள்ளலாம்.

கழுவு சீசா அமைப்பு

தக்கையில் துளை போடுதல்:—ஒரு வீட்டை அளவுள்ள படத்திற் காண்பதுபோன்ற ஒரு கண்ணாடிக் கூஜாவை எடுத்துக்கொள்ளவும். அதன் வாயில் இறுக்கமாக இசையும்படியான ஒரு நல்ல தக்கையைத் தேர்ந்தெடுத்து அதைத் தண்ணீரில் நனைத்துத் 'தக்கை அழுத்தி' (Cork press) யில் வைத்து ஒரே சீராக உருட்டி மெதுவாக்கவும். பின்னர் சொல்லப்படுகிற கண்ணாடிக் குழாயின் பருமனை விடச் சற்றுக்குறைந்த அளவுள்ள நெட்டித் தமரை (Cork borer) எடுத்துக்கொண்டு, கள்ளிப் பலகைபோன்ற மெதுவான பலகையின்மேல், தக்கையைக் குறுகிய பக்கம் மேல் நோக்கியிருக்கும்படி வைத்து, இடது கையால் நன்றாய்ப் பிடித்துக்கொண்டு, நேராகவும், சமதூரத்திலிருக்கும்படியாகவும் இரண்டு துளைகளைச் செய்யவும். தமரின் மேற் பக்கத்திலுள்ள இரண்டு துவாரங்களிலும் அதற்கென ஏற்பட்ட கம்பியைச் செருகி அதைக் கைப்பிடியாய் வைத்துக்கொண்டு 'க' என்று குறிக்கப்பட்டிருக்குமிடத்தில் தமரின் கூர்மையான பாகத்தை வைத்து, ஒரே சீராக அமுக்கி நேராகத் திருகி, தமர் பலகைத்தண்டிற் பட்டதென்றுணர்ந்தவுடன், தக்கையைக் கையிலெடுத்துத் தமரைத் தலைகீழாகத் திருப்பியெடுத்து, தக்கையினகன்ற பக்கத்திற் காணப்படும் வட்டத்தில், தமரின் கூரிய

பாகத்தை இசைத்து மெதுவாகத் திருகவும். தமர் எதிர்த்த பக்கத்தில் வெளியே வரும்வரை திருகவும். இங்ஙனஞ் செய்தால், துளை ஒழுங்காகவும், பிசிறில்லாம லும், சுத்தமாகவுமிருக்கும். [தமர், கூரில்லாமலிருந்தால் கெட்டித் தமர்ச் சாணையந்திரத்தால் (Cork borer-sharpener) அதைக் கூராகச் செய்துகொள்ளவும்.] தமருக்குள் அகப்பட்டிருக்கும் தக்கைத் துண்டை வெளிப்படுத்திவிட்டு, மறுபடியும் 'ப' என்றவிடத்தில் முன்போல இரண்டாவது துளையிடவும். தக்கையின் அக்ஷரேகையும் (Axis), துவாரங்களின் அக்ஷரேகைகளும், சமதூர ரேகைகளாக இருக்கும்படி துளையிடவேண்டும். அவசியமானல் அத்துளைகளை எலிவாலராத்தால் ராவிச் சமமாக்கவும்.

கண்ணாடிக் குழாயை வளைத்தல்:—மேலே கூறப் பட்ட துளையில் இறுக்கமாகச் செல்லக்கூடிய ஒரு கண்ட கண்ணாடிக் குழாயை மேஜையின்மேல் வைத்துப் போது மான அளவுக்குக் குழாயில் முப்பட்டை ராத்தாற் கீறிட வும். கீறிட்ட இடத்திற்கு இருபக்கங்களிலும் இரு கட்டைவிரல்களையும் வைத்து, இரு கைகளாலும் குழா யைப் பிடித்துக்கொண்டு, கட்டைவிரல்களைக் குழாயின் பக்கமாக அமுக்கி, குழாயின் நுனிகள் உன் பக்கமாக வரும்படி இழுக்கவும். அங்ஙனஞ் செய்தால் கீறிட்ட இடத்தில் கண்ணாடிக்குழாய் ஒழுங்காய் ஒடியும். இரண்டு நுனிகளும் ஒழுங்காகவும் வழவழப்பாகவும் ஆகும் பொருட்டு அவைகளைப் புன்ஸன் ஜ்வாலையில் உருட்டிக் காண்பித்து மெருகிடவும் (Fire polishing). மீன் வாலடுப்பு (Fish-tail burner) ஜ்வாலையிற் கண்ணாடிக் குழாயில் வளைக்கவேண்டிய இடத்தைக் காட்டிச் சூடு செய்யவும். சூடு பண்ணும்பொழுது எல்லாப் பக்கங்களை யுஞ் சமனுகச் சூடு செய்யக் குழாயை யுருட்டிக்கொண்டே யிருக்கவும். குழாயை வளையவாவது, முறுக்கிக்கொள்ள வாவது விடக்கூடாது. சரியான உருகுபதம் வந்தவுடன்

குழாயை ஜ்வாலையினின்றும் எடுத்து, வேண்டுமானால் ஜாக்கிரதையாக ஒரு விரிகோணம் வரும்படி வளைக்கவும். வளைக்கப்பட்ட சூடான பாகத்தைப் புன்ஸன் புகைச் சுடரில் (காற்றுப் போக்கியை மூடிவிட, சுடர் புகைந்து கொண்டெரியும்) காட்டிப் புகையேற்றிக் குளிரவிடவும். அங்ஙனஞ் செய்யக், கண்ணாடி மெதுவாகக் குளிரும். அது விரிந்து வெடித்துப் போகாது. குளிர்ந்தபிறகு, அதிற் படிந்த புகையை ஒரு துணியால் துடைத்துச் சுத்தஞ் செய்துவிடலாம். சரியாய் வளைக்கப்பட்ட குழாயின் உருவமும், தப்பாய் வளைக்கப்பட்ட குழாயினுருவமும் படத்திற் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன. தேவையான நீளத்தில் மற்றொரு கண்ணாடிக் குழாயை யெடுத்து முன்போல் வளைக்கவும். ஆனால், இப்போது மேற் சொல்லப்பட்ட விரிகோணத்தின் அநுபூரக அளவுள்ள கோணம் அமையும்படி வளைக்கவேண்டும். வளைக்கப்பட்ட இவ்விரண்டு குழாய்களையும், அவற்றின் மேற் பக்கத்தில் ஜலத்தைத் தடவிப் படத்திற் காட்டியிருக்கும்வண்ணம் தக்கையின் துவாரங்களில் நுழைக்கவும். சுமார் 10 சதாம்ச மீட்டர் நீளமுள்ள மற்றுமொரு கண்ணாடிக் குழாயை யெடுத்து, அதன் நடுப்பாகத்தைப் புன்ஸன் ஜ்வாலையிற் காட்டி மெதுவாக வுருட்டிச் சூடுசெய்யவும். நல்ல உருகுபதம் வந்தவுடன், ஜ்வாலையை விட்டு அதை யெடுத்து, இரண்டு நுனிகளையும் நேராகவும், மெதுவாகவும், சிறிது தூரம் வரையில் இழுக்கவும். ஆறினவுடன் அதனை, நடுவில் முப்பட்டையரத்தைக் கொண்டு இரண்டாய் முறிக்கவும். புன்ஸன ஜ்வாலையில் அதன் நுனிகளை மெருகிடவும். இவைகளிலொன்றை யெடுத்து ஒரு சிறிய ரப்பர்க் குழாய்த் துண்டாற் கழுவு சீசாவின் நீண்ட குழாயிற் பொருத்தவும்.

கழுவு சீசா காற்றுப் புகாததாக இருக்கிறதா என்று சோதித்தல்:—நீண்ட குழாயின் கீழ்நுனிக்குச் சற்று மேலாக நிற்கும்படி கழுவு சீசாவில் தண்ணீரை ஊற்றி, ரப்பர்க் குழாய்த்துண்டை மற்ற கண்ணாடிக் குழா

யில் நுழைத்து அதையொரு கவ்வியால் அடைக்கவும். நீண்ட குழாயின் வழியாகக் கூஜாவிற்குள் சிறிது காற்றுச் செல்லும்படி வாயாலூதினால், கழுவு சீசா காற்றடக்கமுள்ளதாகஇருக்குமாயின், வாயை எடுத்தவுடன் குழாய்க்குள் தண்ணீர் சிறிது ஏறிக் கீழிறங்காமல் அதே இடத்தில் நிற்கும். எவ்வளவு நேரமானாலும் குழாயிலுள்ள தண்ணீர், கூஜாவிலுள்ள தண்ணீர் மட்டத்திற்கு இறங்கக் கூடாது. இறங்கினால் கழுவு சீசா காற்றடக்கமாகவில்லையென்று ஏற்படும். தக்கையைச் சோதித்துப் பார்த்தால் துளைகள் சரியாக அமைக்கப்படவில்லை என்று அறியலாம். புதுத்தக்கை யொன்றை எடுத்துப் புதிதாக, வேண்டிய விதத்தில், முன்னிலும் அதிக ஜாக்கிரதையுடன் துளை செய்து உபயோகப்படுத்தவும்.

கழுவு சீசாவின் உபயோகம்

குட்டைக் குழாயில் ஊதி, காம்பின் வழியாக நீர் பீரிட்டுப் பாயும்படி செய்யலாம். சாதாரணமாக, வடிகட்டும் பொழுது அவபதிதத்தைக் (Precipitate) கழுவுவதற்கு இது மிகவுமுபயோகமாக விருக்கும். கழுவு சீசாவைத் தலைகீழாகச் சாய்த்தால் குட்டைக் குழாயின் வழியாகத் தண்ணீர் ஓடிவரும். [கழுவு சீசாவில் எப்பொழுதும் காய்ச்சிவடித்த ஜலத்தையே உபயோகப்படுத்தவும்.]

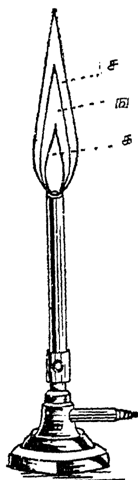
ரஸாயன பரிசோதனைச் சாலையிலுபயோகிக்கும் அடுப்புக்களும் உலைகளும்

1. புன்ஸன் அடுப்பு (Bunsen Burner)

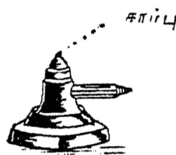
1855-ஆம் வருஷம் ராபர்ட் புன்ஸன் (Robert Bunsen) என்பவரால் இந்த அடுப்புக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அதனுடைய முக்கியமான பாகங்கள் மூன்றே. அவையாவன :—

1. பக்கக் குழலுடைய பாதம் :—பாதத்தின் நடுவில் ஊசித்துவாரத்தையுடைய ஒரு காம்பு இருக்கும். ரப்பர்க்

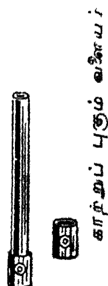
குழாயிற் பக்கக் குழலைச் செருகி, ரப்பர்க் குழாயின் மற்றொரு நுனியை எரிவாயுக் குழாயில் (Gas-tap) செருகவும். எரிவாயுவைத் திறந்துவிட அது காம்பி லுள்ள துவாரம் வழியாக வெளியே செல்லும். அதைக் கொளுத்திப்பார். ஒரு நீண்ட கதிர்போன்ற ஜ்வாலை காண்பாய்.



புன்ஸன் அடுப்பு



பாதம்



எரி குழாய்

புன்ஸன் அடுப்பு

படம் 8

2. அடிப்பாகத்தில் இரண்டு துளைகளையுடைய (சில வற்றில் ஒரு துளைதான் காணப்படும்) நேர்குழாய் பாதத்தில் திருகி வைக்கப்பட்டிருக்கும்.

3. காற்றுப்புகும் வளையம் என்று சொல்லப்பட்ட ஒரு வளையம் (Air regulator). இதை வேண்டிய அளவு

திருப்பி நேர்குழாயின் அடியிலுள்ள துளைகளை மூடியோ, திறந்தோ வைக்கலாம். ஆகையால் இதைக் காற்றடக்கி என்றுஞ் சொல்லலாம்.

புன்ஸன் அடுப்பை எரிவாயுக் குழாயில் (Gas-tap) ரப்பர்க் குழாய்கொண்டு பிணைக்கவும். காற்றுப்புகும் வளையத்தைத் திருப்பித் துளைகளை முழுவதும் மூடிவிடவும். எரிவாயுக் குழாயைத் திருப்பி அடுப்பைப் பற்ற வைக்கவும். இப்பொழுது எரிவாயு மாத்திரந்தான் அடுப்பு வழியாக வந்து எரியும். ஜ்வாலையின் அமைப்பைக் கவனிக்க, அடுப்புப் புகைந்தும், பிரகாசமாயும் எரிவதைக் காணலாம். காற்றுப்புகும் வளையத்தைக் கொஞ்சங் கொஞ்சமாகத் திறக்க, புகையும் மட்டுப்பட்டுப் பிரகாசமும் குறைந்துகொண்டே வரும். ஒரு நிலையிற் புகையே இல்லாமல் ஜ்வாலை பிரகாசமற்றதாயும், இலேசான நீல வர்ணத்துடனுமிருக்கும். காற்றுப்புகும் வளையத்தை இன்னுந் திறந்தால் ஜ்வாலை குதிக்க ஆரம்பிக்கும். ஒரு விதமான சத்தமும் கேட்கும். காற்றுப்புகுந் துளைகளை மூடிவைத்திருந்தபொழுது எரிவாயுவே எரிந்தது. அத் துளைகள் திறந்துவைக்கப்பட்டபொழுது எரிவாயு மேல் நோக்கிச் செல்வதால் காம்பண்டை வாயுவின் அமுக்கநிலை (Pressure) குறைய, வெளியிலிருந்து துவாரங்களின் வழியாகக் காற்று இழுக்கப்படும். இச்சந்தர்ப்பங்களில் எரிவாயுவும் காற்றும் சேர்ந்து மேலே சென்று எரியும். எரிவாயு முழுவதும் எரிவதற்குப் போதுமான அளவு காற்று இருந்தால் புகையில்லாமல் எரியும். அளவுக்கு மேற்பட்டுக் காற்றுச் சென்றால் சத்தத்துடன் எரிவதைப் பார்க்கலாம். இன்னுமதிகரித்துவிட்டால் ஜ்வாலை வரவரக் குறைந்து கடைசியாக 'டப்' என்றவொரு சத்தத்துடன் நேர்குழாய் வழியாகக் கீழிறங்கிக் காம்பின் நுனியில் 'படபட' என்ற சத்தத்துடன் எரியும். இதற்குப் 'புன்ஸன் ஜ்வாலை கீழ் நோக்கி யடித்தல்' (Striking back of the Bunsen Flame) என்று பெயர். இதைப்

பார்க்கவேண்டுமென்றால், காற்றுத் துளைகளை நன்றாய்த் திறந்து வைத்துக்கொண்டு புன்ஸன் அடுப்பைக் கொளுத்தி மெதுவாக எரிவாயு ஊட்டத்தைக் குறைத்துக்கொண்டே வா. ஒரு சமயத்தில் சுடர் சத்தத்துடன் கீழ் நோக்கிக் குதித்துக் காம்பில் எரியும்.

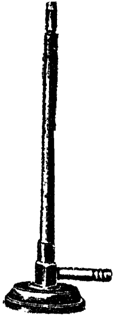
ஜ்வாலையின் அமைப்பு :—ஜ்வாலை 8-வது படத்திற் காட்டிய வடிவமுடையது. அதில் முக்கியமாக மூன்று மண்டலங்களைக் காணலாம். அவையாவன :—

1. 'க' என்ற மண்டலத்தில் எரிபடாத எரிவாயு இருக்கும்.

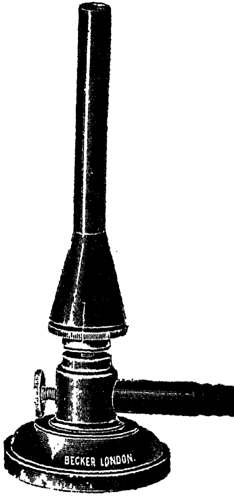
2. 'ங' என்பது 'க' மண்டலத்தைத் தொட்டு நிற்கும் குறுகிய சற்று வெளுத்த நீலப்பச்சை வர்ண முள்ள உறை. இங்குதான், வெடியுப்பு வாயு (பாக்கிய ஜனகம்), இங்கால-ஏகபிராணை (Carbon monoxide), இங்கால-துவிபிராணை (Carbon-dioxide), நீராவி, அப்ஜனகம் (Hydrogen) என்பவை சேர்ந்த ஒரு கலப்பு வாயு உண்டாகும்படி, எரிவாயுவும், வெளிக்காற்றும் விகாரிக்கும்.

3. அநேகமாய் ஒளியேயில்லாத 'ச' என்று குறிக்கப்பட்ட வெளி மண்டலத்தில், உள் மண்டலத்திலிருந்த சில வாயுக்கள் இங்கால-துவிபிராணையாகவும், நீராவியாகவும் மாறி எரிந்துவிடும்.

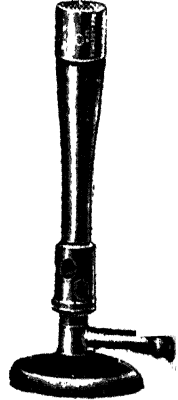
முதல் மண்டலத்தில் எரிபடாத எரிவாயுவிருக்கிறது என்று நிரூபிக்க ஒரு கண்ணாடிக் குழாயின் ஒரு நுனியை அதிலமைத்து, மற்றொரு நுனியில் அதை ஏற்றினால் அங்கு ஒரு ஜ்வாலையைக் காணலாம். மண்டலங்களின் உஷ்ண நிலைகளைக் கவனிப்போமானால் உள் மண்டலத்தின் உஷ்ண நிலையே மிகக் குறைவானது. ஒரு நெருப்புக்குச்சியின் தலைப்பாகத்தைச் சட்டென்று அந்த மண்டலத்திற் செருகினால் தலைப்பாகம் எரியாமலிருப்பதையும் வெளி மண்ட



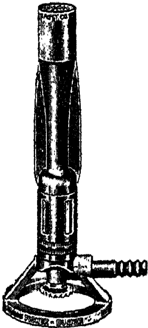
மீன் வாலடுப்பு



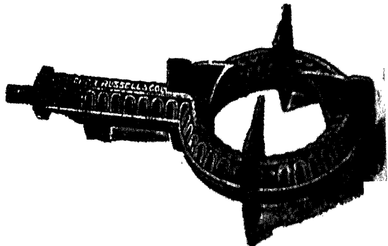
டெக்ளு-அடுப்பு



மெக்கர்-அடுப்பு



பிஷர்-அடுப்பு



வளைய-அடுப்பு

மற்ற-அடுப்பு வகைகள்

படம் 9

லத்திலிருக்கும் குச்சி எரிவதையுங் காணலாம். பண்டங்களைச் சூடு செய்யும்பொழுது இந்த விஷயத்தை ஞாபகம் வைத்துக்கொள்ளவும்.

2. மீன்வால் அடுப்பு (Fish-tail Burner)

இதுவும் அநேகமாய்ப் புன்ஸனடுப்பு மாதிரித்தான். இதில் நேர்குழாய் சிறிது நீண்டிருக்கும். குழாயின்மேல் நுனியில் பீங்கானாற் செய்யப்பட்ட ஒரு காம்பு அமைக்கப் பெற்றிருக்கும். எரிவாயு இதன் வழியாக வெளிவரும் பொழுது படர்ந்து வருவதால் தட்டையானதும், விரிந்ததுமான ஜ்வாலை ஏற்படும். அந்த ஜ்வாலை சற்றுப் புகையோடு கூடினதும், பிரகாசமுள்ளதுமாகவிருக்கும். கண்ணாடிக் குழாய்களை வளைப்பதற்கு இவ்வடுப்புச் சாதகமானது என்று முன்பேயறிந்துள்ளோம்.

3. ஊதுகுழல் அடுப்பு (Blow-pipe)

உதைதுருத்தியுடனுபயோகிப்பது

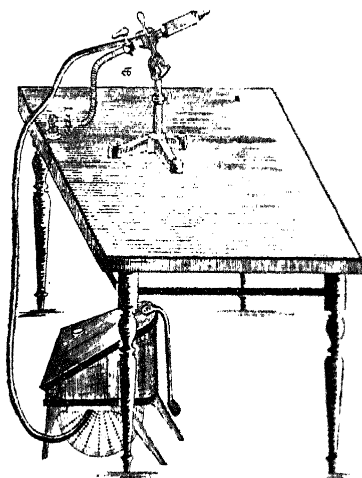
அதிக உஷ்ணம் வேண்டிய சமயங்களில் இதை யுபயோகிக்கிறோம். படத்திற் காட்டியபடி 'க' என்ற பக்கக் குழாய் வழியாக எரிவாயு செல்லும். துருத்தியைக் காலால் அமுக்கும்பொழுது காற்று 'ங' என்ற குழாய் வழியாய்ச் செல்லும்.

4. ஊது துருத்தி (Mouth blow-pipe)

படத்திற் காட்டிய துருத்தியின் பக்கத்திலுள்ள காம்பைப் புன்ஸன் ஜ்வாலையிலமைத்து, வாய்ப்பாகத்தின் வழியாய் வேண்டிய பக்கத்தில் திருப்பி ஊதினாற் புதிதாய் உண்டாகிய ஜ்வாலையை வேண்டிய இடத்தில் தாக்கச் செய்யலாம். உப்புக்களைப் பரீக்ஷித்து அவைகளிலுள்ள உலோகப் பகுதியைக் கண்டுபிடிக்க இது சாதகமான கருவி.

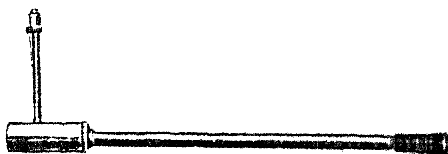
டெக்ளு (Teclu) அடுப்பும் மெக்கர் (Meker) அடுப்பும் நல்ல சூட்டைக் கொடுக்கும். மெக்கர் அடுப்

பின் மேற்பாகத்திலிருக்குஞ் சல்லடை போன்ற தகடு, காற்று அதிகமாகச் செல்லுங்கால் சுடர் கீழ்நோக்கி



ஊது குழலும் உதை துருத்தியும்

படம் 10



ஊது துருத்தி

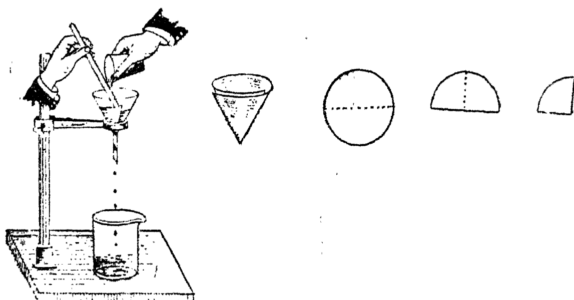
படம் 11

அடிக்கா வண்ணங் காக்கும். வளைய அடுப்பு (Ring-burner) அதிக ஜலத்தையோ மற்றவைகளையோ காய்ச்ச உபயோகப்படுகிறது. "சிற்றுலைகள்" (Micro-burners) சிறிதளவு சூடு செய்ய உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன.

ரஸாயன சோதனைச் சாலையிலநுசரிக்கப்படும் சில முறைகள்

1. வடிகட்டுதல் (Filtration)

ஜலத்திலோ மற்ற எந்தத் திரவத்திலோ கரையாமலிருக்கும் பொருள்களைப் பிரித்தெடுக்கும் முறைக்கு 'வடிகட்டுதல்' என்று பெயர். படத்திற் காட்டியபடி புனலை வடிதாங்கியில் வைக்கவும். வட்டமாயிருக்கும் வடி தாளைச் (Filter paper) சமமாய் மடித்து மறுபடியும் மத்திய பாகத்தில் நேர்கோணம் ஏற்படும்படி மடிக்கவும். அதை முளையுருவமாக வரும்படி பிரிக்க ஒரு பக்கத்தில் மூன்று அடுக்குகளும் மற்றொரு பக்கத்தில் ஓர் அடுக்கும் காணப்படும். அதைக் கண்ணாடிப் புனலில் வைத்துக் கழுவு சீசா



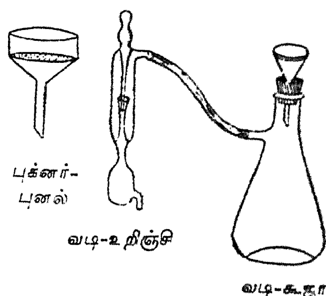
வடிகட்டுதல்

படம் 12

வினுதவி கொண்டு நனைத்து, வடிதாள் புனலிற் படிந்து ஒட்டிக்கொள்ளும்படி செய்யவும். ஒரு கண்ணாடிப் போகணியைப் புனலுக்கடியில், வடிதண்ணீரை யேற்கும் பொருட்டு வைக்கவும். படத்திற் காட்டியபடி புனலின் பக்கத்தில் ஒரு கண்ணாடிக் கோலைத் தொட்டு நிற்கும்படி செய்து, அக்கண்ணாடிக் கோலின் வழியாகச் செல்லும்படி,

வடிகட்ட வேண்டிய திரவத்தை யூற்றவும். முனை ரூபமான வடிதாளின் கூர்மையான பாகம், நிரம்பப் பலஹீனமான தாகையால் திரவத்தின் தாரை நேரே அதன்மேல் விழக் கூடாது.

சீக்கிரமாக வடிகட்டுவதற்குப் புனலை ஒரு ரப்பர்த் தக்கையிலோ கெட்டித் தக்கையிலோ துவாரஞ் செய்து செருகித் தக்கையை (கழுத்திற் சிறிய பக்கக் குழாயை யுடைய) வடிகூஜாவில் (Filtering flask) பொருத்தி, அவ் வடிகூஜாவை ஒரு கனமான ரப்பர்க் குழாயால் வடியுறிஞ்சி (Filter pump) யுடன் சேர்க்கவும். முன்போல் வடிதாளை வைக்கவும். நீர்க்குழாயைத் திருப்பிவிட, தண்ணீர் வடியுறிஞ்சியின் வழியாகச் சென்று வடிகூஜாவிலுள்ள காற்றின் அமுக்கத்தைக் குறைக்கும். இச்சமயம் புனலில் வடிகட்டுந் திரவத்தை ஊற்ற, அத்திரவம் இலகுவாய் வடியும். இம்முறைக்கு, 'குறைந்த அமுக்கத்தில் வடி கட்டுதல்' (Filtration under reduced pressure) என்று பெயர். 13-வது படம் பார்க்க.



குறைந்த-அமுக்கத்தில் வடிகட்டுதல்

படம் 13

மேலே சொல்லிய கண்ணாடிப் புனலுக்குப் பதிலாக 'புக்னர் புனலை' (Buchner funnel) வடிகூஜாவுடன் உப

யோகப்படுத்தலாம். இது பீங்கானுற் செய்யப்படுவது. படத்திற் காட்டிய உருவமுடையது. காம்புக்கு மேலே உட்பக்கத்தில் தட்டை வடிவமுள்ளது. அந்தத் தட்டில் அநேக சிறு துவாரங்கள் இருக்கும். பொருந்தும்படியான அளவுள்ள வடிதாளை அந்தத் தட்டையான பாகத்தின் மேல் வைத்து (தண்ணீரால்) நனைத்துப் படியச் செய்து வடிகட்டவும். எளிதில் அதிகமான திரவத்தை வடிகட்டுவதற்கு இது ஒரு நல்ல சாதனம்.

2. தெளிய வைத்து இறுத்தல் (Decantation)

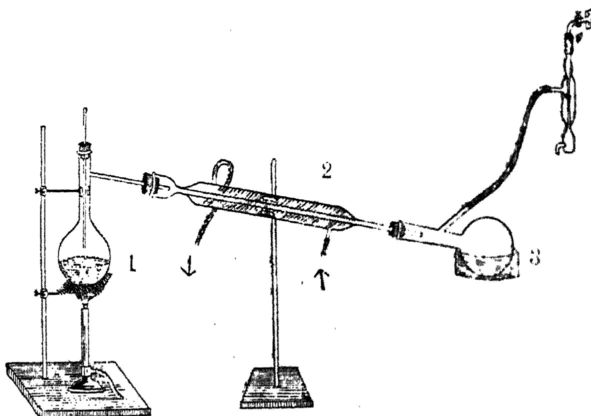
கரையாப் பொருள் கனமாயிருக்குமேயாயின் அதைக் கொண்டுள்ள திரவத்தைச் சற்றுநேரம் வைத்திருந்தால், அக்கரையாப் பொருள் பாத்திரத்தினடியிற் படிந்து விடும். மேற்பாகத்திலிருக்கும் தெளிந்த திரவத்தை இறுத்து விடலாம். இதற்குத் "தெளிய வைத்து இறுத்தல்" என்று பெயர்.

3. காய்ச்சி வடித்தல் (Distillation)

விலயனத்திலிருந்து கரைந்த பொருளையும், கரைத்த திரவத்தையும் தனித் தனியாகப் பிரிக்கும் முறைக்கு "காய்ச்சி வடித்தல்" அல்லது "கொதிக்கவிட்டு வடித்தல்" என்று பெயர். இதற்குச் சாதகமாய் உள்ள இயந்திரம் "வாலை" எனப்படும். இம்முறைக்கு வேண்டிய முக்கிய உபகாரணங்கள் மூன்று. அவையாவன :—1. வடித்தல்-கூஜா (Distilling flask). 2. கனீகரணி (Condenser) அல்லது ஆவிசாதனி. இதைக் குளிரி என்றுஞ் சொல்லலாம். 3. கிரஹணீ பாத்திரம் (Receiver) அல்லது ஏந்துங்கலம்.

வடித்தல்-கூஜாவின் பக்கக் குழாயை ஒரு நல்ல தக்கைகொண்டு படத்திற் காட்டியபடி 'லீபிக்' கனீகரணியில் அமைக்கவும். கனீகரணியின் கீழ் நோக்கிய நுனியைக் கிரஹணீ பாத்திரத்திற்குள் இருக்கும்படி செய்ய

வும். கனீகரணியின் உட்குழாய் குளிரும்பொருட்டு வெளிக்குழாயின் வழியாகத் தண்ணீரைச் செலுத்திக் கொண்டிருக்க வேண்டும். வடித்தல்-கூஜாவில் விலயனத்தை ஊற்றியபிறகு அதன் வாயை அடைப்பானு லடைத்துச் சூடு செய்யவும். (சிற்சில சமயங்களில், அத் தக்கையில் ஓர் உஷ்ண மாணியை அமைத்து உபயோகிக்க வேண்டிவரும்). அவ்விலயனம் கொதிக்க, (கரைக்கும்) திரவம் ஆவியாக மாறும். அவ்வாவி 'லீபிக்' கனீகரணி யாற் குளிர்விக்கப்பட, அது கிரஹணி பாத்திரத்தில் திரவமாக வந்திறங்கும்.



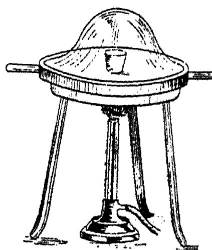
காய்ச்சி வடித்தல் (குறைந்த அமுக்கத்தில்)

1. வடித்தல்-கூஜா. 2. கனீகரணி. 3. கிரஹணி பாத்திரம்

படம் 14

14-வது படத்திற் காட்டியபடி, கனீகரணியின் நுனியை ஒரு தக்கைகொண்டு பக்கக் குழாய்கொண்ட மற்றொரு கூஜாவிலமைத்து, அப்பக்கக் குழாயை வடி யுறிஞ்சியுடன் ரப்பர்க் குழாயாற் சேர்க்கவும். தண்ணீர்க்

குழாயைத் திறந்துவிட உள்ளே இருக்கும் காற்றின் அமுக்கம் குறையும். இச்சந்தர்ப்பத்தில் விலயனமானது முன்னிலுங் குறைவான உஷ்ண நிலையிற் கொதிக்கும். சில பொருள்களைச் சுத்திசெய்ய இம்முறை அநுஷ்டிக்கப்பட்டு வருகிறதென்பதைப் பின்னாற் காண்போம். சில சமயங்களில் 'லீபிக்' கனீகாணிக்குப் பதிலாக, சுருள் வடிவக் கனீகாணி (Worm-condenser) உபயோகப்படுத்தப்படும்.

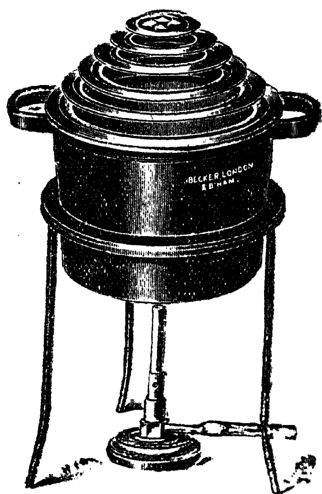


உத்பாதன-யந்திரம்

படம் 15

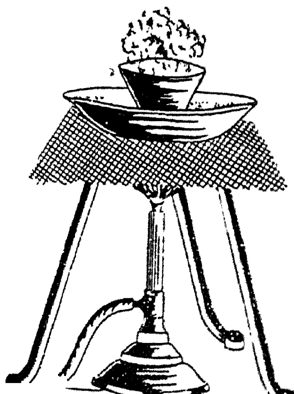
4. உத்பாதனம் (Sublimation)

சில திடப்பொருள்களைப் புடமிட்டுச் சுத்தஞ்செய்யலாம். அப்பொருள்கள் உருகித் திரவமாகிக் கொதித்து, ஆவியாக மாறுமல் திடஸ்திதியிலிருந்து நேரே ஆவியாக மாறி மறுபடியும் திடப்பொருளாக மாறிவிடும். உதாரணம்:—கர்ப்பூரம், பாடலகம் (Iodine). இம்முறைக்கு "உத்பாதனம்" அல்லது "உத்பதீகாணம்" அல்லது "பதங்கம் ஏறல்" என்று பெயர். சுத்தஞ்செய்யவேண்டிய பொருளை மூசையில் வைத்து 15-வது படத்திற் காட்டிய படி அமைத்துச் சூடேற்றவும். பொருள் ஆவியாக மாறி, கவிழ்க்கப்பட்டிருக்கும் மூடியின் அடிப்பாகத்தில் உத்பதித்து, தகதக என்று மின்னுஞ் சிறு ஸ்படிகத் துண்டுகளாகப் படியும். அவ்விதம் படிந்த பொருளுக்குப் 'பதங்கம்' (Sublimate) என்று பெயர்.



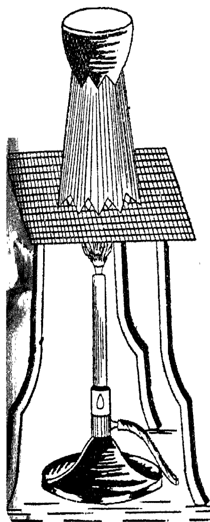
நீர்த்தொட்டி

படம் 16



மணல்தட்டு

படம் 17



ணக்காற்று-உபகரணம்

காற்றுச்சூளை

படம் 18

சுண்டவைக்கவும், வற்றவைக்கவும் வேறு எவ்வித மான அனிலீகரண முறைக்கும் உபயோகமாயுள்ள சில சாதனங்கள்.

பரிமாண நிர்ணய சமயங்களில் புன்ஸன் முதலிய அடுப்புக்களில் கம்பிச் சல்லடையின்மேல் வைத்தேனும், அல்லது நேராகவேனும் சாமான்களைச் சூடு செய்யக் கூடாததிலை ஏற்படலாம். அச்சமயங்களில், பாத்திரங் களைத் தண்ணீர்த் தொட்டியின்மேல் அமைத்துத் தண் ணீர்த் தொட்டியைச் சூடு செய்யலாம் (Water-bath). நீராவியின் உஷ்ணத்தினாலும் சூடு செய்யலாம் (Steam-bath). மணல் தட்டில் வைத்துஞ் சூடு செய்யலாம் (Sand-bath). எண்ணெய்த் தொட்டியில் வைத்துஞ் சூடு செய்யலாம் (Oil-bath). அலுமினியம் அல்லது இரும் பால் செய்யப்பட்ட குழாயைப் படத்திற் காட்டியபடி கம்பிச்சல்லடை மேலாவது அல்லது மணல் தட்டின் மேலாவது வைக்கவும். இக்குழாயின்மேல் வேண்டிய பாத்திரத்தை யமைத்துக் குழாயின் வழியாய் வரும் உஷ்ணக் காற்றைக் கொண்டுஞ் சூடு செய்யலாம். இதற்கு 'உஷ்ணக் காற்று உபகரணம்' (Air bath) என்று பெயரிடுவோம். சில சமயங்களில் "காற்றுச் சூளை" (Air oven) உபயோகித்துப் பொருள்களை உலர வைக்க நேரிடும்.

அத்தியாயம் 2



தனிப்பொருள்களும் சேர்க்கைப் பொருள்களும்

(Elements and Compounds)

ஆதிகாலத்தில், தனிப்பொருள்கள் எல்லாம் நான்கு வகைக்குட்படும் என்று நினைத்துவந்தனர். எல்லாத் திடப் பொருள்களும் 'பிருதிவி' என்று கருதப்பட்டன. அதனுடைய குணம் குளிர்ச்சி என்றும் கருதப்பட்டது. ஈரத்தன்மை பொருந்திய எல்லாத் திரவங்களையும் 'அப்பு' (ஜலம்) குறித்து நின்றது. வறட்டுத் தன்மை பொருந்திய வாயுவே பல காற்றுகளையும், மேகங்களையும் மூச்சையும் குறித்து நின்றது. உஷ்ணம் பொருந்திய தேயுவே (அக்னி) சூரியன் முதலியவைகளைக் குறித்து நின்றது. பின்னால், கிரீஸ் தேசத்துப் பண்டிதர்கள் மேற்சொல்லப் பட்ட நான்கு தனிப்பொருள்களின் நுண்ணிய சத்தாகக் கருதப்பட்ட ஐந்தாவது தனிப்பொருள் ஒன்று உண்டென்று கருதினார்கள். பண்டைக்கால இந்திய வேத சாஸ்திரங்கள் பிருதிவி, அப்பு, தேயு, வாயு, ஆகாசம் என்ற பஞ்ச பூதங்களே மூலப்பொருள்கள் என்று முறையிடுகின்றன. இன்னும், தொல்காப்பியம், பரிபாடல், புறநானூறு, பத்துப்பாட்டு முதலிய பழமையான தமிழ் இலக்கண இலக்கிய நூல்களிலும் ஐம்பூதங்களைப்பற்றிய குறிப்புக்கள் காணப்படுகின்றன. அவை சொல்லழகும், பொருள் நயமும் நிரம்பப் பெற்று விளங்குவதால் அவற்றுட் சிலவற்றைக் கீழே குறிக்கத் துணிந்தோம்.

"நிலந் தீ நீர்வளி விசும்போ டைந்தும்
கலந்த மயக்க முலக மாதலின்"—(தொல்காப்பியம். பொருளதிகாரம். மரபியல் சூ. 89.)

இவ்வடிகளுக்குப் பேராசிரியர் கூறியுள்ள உரை:— "நிலனுந் தீயும் நீருங் காற்றும் ஆகாயமு மென்னும் ஐம்பெரும் பூதமுங் கலந்த கலவையல்லது உலகமென்பது பிறிது இல்லாமையின்"

"கருவளர் வானத் திசையிற் றோன்றி
உருவறி வாரா வொன்ற னூழியும்,
முந்துவளி கிளர்ந்த ஊழூ ழூழியும்,
செந்தீச் சுடரிய ஊழியும், பனியொடு
தண் பெய றலைஇய ஊழியும், அவையிற்
றுண்முறை வெள்ள மூழ்கி யார்தருபு
மீண்டும் பீடுயர் பீண்டி யவற்றிற்கும்
உள்ளீடாகிய இருநிலத் தூழியும்"—(பரிபாடல் 2. திருமால்)

இவ்வடிகளுக்குப் பரிமேலழகர் கூறியுள்ள உரையை யொட்டிய பொருள்:—தன் குணமாகிய ஒலியுடன் தோன்றி, உருவு காணப்படாததாகவும், காற்று முதலான பூதங்களின் பரமாணுக்கள் வளர்கின்ற இடமாகவும் உள்ள ஆகாயம் என்னும் முதற் பூதத்தினது ஊழியும், அவ்வாகாயத்தில் நின்று எல்லாப் பொருள்களையும் அசையச் செய்யும் காற்றுத் தோன்றிய ஊழிகளும், அக்காற்றினின்றும் சிவந்த தீத்தோன்றிய ஊழிகளும், அத்தீயினின்றுந் தோன்றிப் பனியும், மழையும் பெய்த ஊழிகளும், அவற்றிற்குப் பின்பு அந்நீரினின்றுந் தோன்றுதலால் மீண்டும் வெள்ளத்தினுட் கிடந்து, முன்தோன்றிய நான்கு பூதங்கட்கும் உள்ளிருக்குஞ் சத்தாகிய பெரிய பூமியின் ஊழியும். (ஊழி=பிரளயகாலம்.)

"பரம்பொருளினின்றும் ஆகாயந் தோன்றி, அதனினின்றுங் காற்றுத் தோன்றி, அதனினின்றுந் தீத் தோன்றி, அதனினின்றும் நீர் தோன்றி, அதனினின்று நிலம் தோன்றிற்றென்று வேதத்துள்ளுங் கூறப்பட்டது."

"மண்டிணிந்த நிலனும்,
நில னேந்திய விசும்பும்,
விசும்பு தைவரு வளியும்,
வளித் தலைஇய தீயும்
தீ முரணிய நீரு மென்றாங்
கைம்பெரும்-பூதத் தியற்கை போல"—(புறநானூறு. செய்யுள் 2.)

பழைய உரை:—"அணுச் செறிந்த நிலனும், அந்நிலத்தின் ஓங்கிய ஆகாயமும், அவ்வாகாயத்தைத் தடவி வருங் காற்றும், அக்காற்றின்கண் தலைப்பட்ட தீயும், அத்தீயோடு மாறுபட்ட நீரும் என ஐவகைப்பட்ட பெரிய பூதத்தினது தன்மை போல."

நாளடைவில், தனிப்பொருள் என்பது என்ன என்பதைப்பற்றிய அபிப்பிராயம் மாறிக்கொண்டே வந்தது. பதினேழாம் நூற்றாண்டில் தனிப்பொருள்கள் மூன்று என்ற கொள்கை இருந்தது. அவை:—

(1) உப்பு. இது பிருதிவி போன்ற வஸ்துக்களையும், திடத்வத்தையும், ஸ்திரத் தன்மையையும் காட்டியது.

(2) இரஸம். இது ஜலத்தையும், காற்றையும், திரவத் தன்மையையும், வாயுவின் தன்மையையும் குறித்தது.

(3) கந்தகம். இது நெருப்பையும், தகனத் தன்மையையும் காண்பித்தது.

ஆனால், நாம் தற்காலத்தில் எண்ணுகிறபடி. தனிப்பொருளின் தன்மையை முதன்முதலில் (1660) உணர்ந்து வெளியிட்டவர் ராபர்ட் பாயில் (Robert Boyle) என்பவர். "சிறிதளவுகூடக் கலப்பில்லாத எப்பொருளும் எவ்விதத்திலாவது வேறு பொருள்களாகப் பிரிக்கப்படுமாயின் அதை நான் மூலப்பொருள் என்றாவது, தனிப்பொருள் என்றாவது ஒருபொழுதும் மதிக்கமாட்டேன்" என்று அவர் கூறியிருக்கிறார். காற்று தனிப்பொரு

ளென்று வெகுநாள் வரையிற் கருதப்பட்டு வந்தது. ஆனால், இப்பொழுது, பிராண வாயுவும், வெடியுப்பு வாயுவும் இன்னுஞ் சில வாயுக்களுங் கலந்த கலவையே காற்று என்று நமக்குத் தெரியும். ஆகையால், தனிப் பொருளென்று கருதப்பட்ட காற்றில், வெவ்வேறு வித மான பொருள்கள் இருக்கின்றன என்று தெரிந்து கொண்டவுடன் காற்று தனிப்பொருளன்று என்று நிர் மானிக்க வேண்டியதாயிற்று. 92 தனிப்பொருள்கள், இன்றுவரை கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மாக்ஷிகம் என்று சொல்லப்படுகிற அயசகந்தகையிலிருந்து (Ferrous sulphide) இரும்பையும், கந்தகத்தையும் பிரிக்க லாம். அன்னபேதி என்று சொல்லப்படும் அயசகந்தகி கஜத்தில் (Ferrous sulphate) இரும்பு, கந்தகம், பிராண வாயு, அப்ஜனகம் இவை இருக்கின்றன என்றும், இரஸ சிந்தூரத்தில் (Red oxide of mercury) இரஸமும் பிராண வாயுவும் இருக்கின்றன என்றும் நிரூபிக்கலாம். ஆனால், எந்த ரஸாயன சாஸ்திரியாலும் பிராணவாயுவிலிருந்து பிராணவாயுவைத் தவிர வேறு எதையும், கந்தகத்தி லிருந்து கந்தகத்தைத் தவிர வேறு எதையும், இரஸத்தி லிருந்து இரஸத்தைத் தவிர வேறு எதையும் எந்த ரஸா யன முறையாலும் பிரித்து எடுக்க முடியவில்லை. அவற்றி லிருந்து வேறெதையும் பிரித்து எடுக்க முடியாமலிருப்ப தாலேயே அவற்றைத் தனிப்பொருள்கள் அல்லது மூலப் பொருள்கள் என்று சொல்லுகிறோம். 1789-ம் வருஷத் தில் சுண்ணாம்பு (Lime), மாக்னீஸிய-பிராணை (Magnesia), அலுமீனிய—பிராணை (Alumina), பேரிய-பிராணை (Baryta), இவற்றைத் தனிப்பொருள்கள் என்றே லவா சியர் (Lavoisier) கருதினார். அவர் பெரிய ஞானியாகை யால், அவை பிரிக்கப்படலாம் என்பதை ஜாடையாகப் பின்வருமாறு கூறியுள்ளார். "பின்னால் அவற்றிலுள்ள மூலப்பொருள்களைப் பிரித்து எடுக்கும் வரையில் அவற் றைத் தனிப்பொருள்கள் என்று நாம் கருதுவது நியா

யமே.” அவர் யூகித்தபடியே மேற்சொல்லிய நான்கு பொருள்களும் சேர்க்கைப் பொருள்கள் என்று பிற்காலத்தில் நிரூபிக்கப்பட்டன. மேலும், 1841-ம் வருஷத்திற் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட டிடிமியம் (Didymium) என்பதைத் தனிப்பொருளாகக் கருதினார்கள். ஆனால், அதில் இரண்டு தனிப்பொருள்கள் உள என்று வெல்ஷ்பாக் (Welshbach) என்பவர் காண்பித்தவுடன், அது தனிப்பொருள் ஜாப்தாவிலிருந்து தள்ளப்பட்டது. ஆகையால், எந்தப் பொருளானது எவ்வித ரஸாயன முறையாலும் பிரிக்கப்படவோ, அல்லது, உண்டுபண்ணப்படவோ முடியாதோ, அப்பொருளே தனிப்பொருள் என்று நாம் கொள்வோம். ரஸாயன முறைப்படி பிரிக்கப்பட்ட பொருள்களிற் கடைசியாக நிற்பதே தனிப்பொருளாம். நமக்குத் தெரிந்தவரையில் எதில் ஒரு பொருளே காணப்படுகிறதோ அதே தனிப்பொருளாம்.[1] ரஸாயன முறையிற் பிரிக்கப்படத்தக்க பொருளைச் “சேர்க்கைப்பொருள்” அல்லது “ஸம்யுக்தப் பொருள்” அல்லது “ஐக்கியப்பொருள்” அல்லது கூட்டுப் பொருள் (Compound) என்று சொல்லுவோம். இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட தனிப்பொருள்கள் ஒன்றுசேர்ந்து ஐக்கியமாயிருப்பதே சேர்க்கைப்பொருளாம்.[2]

ரஸாயன சாஸ்திரத்திற்குரிய இரண்டு முக்கி நியாயங்கள்

“नासतो विद्यते भावो नाभावो विद्यते सतः

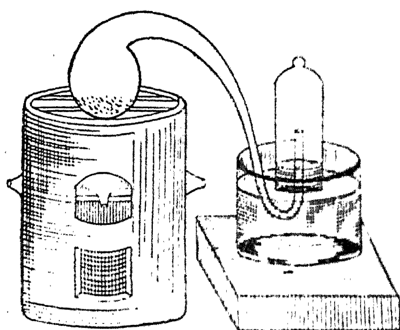
(பகவத்கீதை அத். 2 : 16)

என்ற கீதை வாக்கியத்தின்படி, “இருக்கும் பொருள் அழிந்துவிடுவதில்லை இல்லாத பொருள் இருப்பதில்லை.” இருபத்துநான்கு நூற்றாண்டுகளுக்கு முன் கிரீக்

[1] An element is a substance which so far as we know contains only one kind of matter.

[2] A compound is one which contains two or more elements united together chemically.

கலைஞராகிய 'டெமாக்ரிடஸ்' (Domocritus) என்பவர் சொல்லியதாவது :—"சூன்யத்வம் நித்யத்வ மாகாது. நித்யத்வ மழிந்துவிடச் சூன்யத்வத்தையடையவும் முடியாது." இதன் கருத்து என்னவெனில் "நாம் புதிதாய் ஒன்றையும் சிருஷ்டிக்கவும் முடியாது. இருக்கும் பொருள் ஒன்றை அழிக்கவும் முடியாது. முதன் முதலில் இவ்விஷயத்தைப் பிரத்யக்ஷமாக நிரூபித்தவர் லவாசியரே (Lavoisier).



வங்கத்தைச் சூடுசெய்து பரிக்ஷிக்கும்பொழுது லவாசியருபயோகித்த உபகரணம்.

படம் 19

19-வது படத்திற் காட்டியபடி, அவர் ஒரு வாலை யந்திரத்திற் கொஞ்சம் எடை தெரிந்த வங்கத்துண்டுகளை (வெள்ளியம்-Tin) பெய்து, உள்ளிருந்து ஒன்றும் வெளியே செல்லாமலிருக்கும்பொருட்டும், வெளியிலிருந்து உள்ளே ஒன்றும் புகாமலிருக்கும்பொருட்டும் வாலையின் குறுகிய குழல் பாகத்தை ஒரு பாத்திரத்திற் கவிழ்த்து இடைவெளியில் இரசத்தை நிரப்பினார். பிறகு, வங்கத் துண்டுகளைச் சூடு செய்தார். இச்சாதனத்தைப்



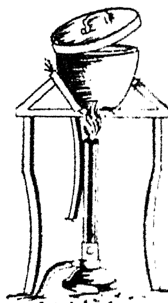
லவாசியரும் (1743—1794) அவர் மனைவியும்

[அனுமதியுடன்]

பரிசைக்ஷக்கு முன்னும் பின்னும் தராசுகொண்டு நிறுத்துப் பார்க்க எடையில் வித்தியாச மின்மையைக் கண்டார். ஆனால், கவிழ்க்கப்பட்ட பாத்திரத்தினுள்ளிருந்த காற்று மட்டும் குறைந்திருந்தது. வாலையை வெளியே எடுக்கவே, காற்று அதனுட்புகுஞ் சத்தம் கேட்டது. மறுபடியும், மேற்கூறிய சாதனத்தை நிறுத்துப் பார்க்க, எடை சற்று அதிகமாய் இருப்பதையும், வங்கத் துண்டுகளை நிறுத்துப் பார்க்க அவற்றின் எடையும் அதே அளவில் அதிகரித்திருப்பதையுங் கண்டார். காற்று உள்ளே புகு முன் பரிசைக்ஷயின் முன்னும் பின்னும் குறிக்கப்பட்ட எடைகளிற் பேதமேற்படவில்லை. காற்றுப் புகுந்த பிறகே பேதமேற்பட்டது. இவைகளைக் கவனிக்குங் கால், வங்கத் துண்டுகள் உபகரணத்தினுள்ளேயிருந்த காற்றுடன் சேர்ந்திருக்கவேண்டுமென்று தெரிகிறது. லவாசியர் வங்கத்திற்குப் பதிலாக இரஸத்தை உபயோகப் படுத்தியுஞ் சோதனை செய்தார். விகாரத்தின் முடிவில், உள்ளிருந்த காற்றின் குறைவை அளவிட்டார். வாலையை எடுத்து, அதனுள்ளுண்டான பொருளைச் சூடு செய்ய, ஒருவித "அற்புதமான காற்று" வெளியேறுவதைக் கவனித்து, அதையும் அளவிட்டுப் பார்த்தார். காற்றி லேற்பட்ட பரிமாணத்தின் குறைவும், பின்னால் வெளியேறிய வாயுவின் பரிமாணமும் ஓரளவுள்ளனவாக இருப்பதைக்கண்டு ஆச்சரியங்கொண்டார். இவ்விஷயத்தைப் பற்றிப் பின்னால் விரிவாகக் கவனிப்போம்.

மேற்கண்ட விஷயத்தையறிய நாமும் ஓர் இலகுவான சோதனையைச் செய்வோம்:—ஒரு சுத்தமான மூசையையும் (Crucible) அதன் மூடியையும் நிறுக்கவும். பிறகு ஒரு சிறிய மாக்னீஸிய நாடாவை (Magnesium ribbon) முறைப்படியெடுத்துக்கொண்டு, மறுபடியும் அவற்றின் நிறையைக் கண்டுபிடிக்கவும். மூசையை மண் முக்கோணத்தில் (Pipe-clay-triangle) அமைத்துப் புன்ஸஎ ஜ்வாலையிற் சூடு செய்து, காற்று உள்ளே புகும்படி, அடிக்

கடி மூடியைத் தூக்கித் தூக்கிக் கொடுக்கவும். மாறுதல் இனி ஏற்படாது என்று தெரிந்ததும் ஒருவன் அடுப்பை அணைத்து ஜாடியைக் குளிரச் செய்து நிறுத்துப் பார்க்க,



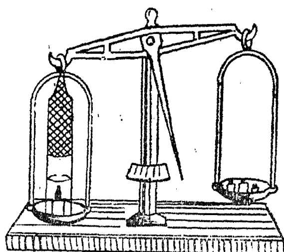
மக்னீஸியத்தைப் பஸ்மமாக்கல்.

படம் 20

எடை முன்னைவிட அதிகரித்திருப்பதைக் காணலாம். வெகு இலேசாகக் காணப்படும் வெள்ளை பஸ்மம் மக்னீஸியத் துண்டைவிட எடையில் அதிகமாயிருப்பது ஆச்சரியமாயிருக்கும்.

இன்னும், ஒரு மெழுகுவர்த்தி எரிவதைக் கவனிப்போம். அதன் ஆகிருதி வரவரக் குறைந்துகொண்டே வந்து, கடைசியில், காணாமல் போகிறது. அதனால் "மெழுகுவர்த்தி எரியும்பொழுது அதன் பொருள் நாசமாகி விடவில்லை" என்று ரசாயன சாஸ்திரி சொல்வார். அதைக் கேட்டவர்கள் "மெழுகுவர்த்தி எரிந்து இருந்த இடம் தெரியாமலே போய்விட்டது! இவர் ஒன்றும் நஷ்டமாகிவிடவில்லை என்று கூறுகிறார். பைத்தியமா என்ன?" என்று சொல்லி ரசாயன சாஸ்திரியைப் பரிகசிக்கக் கூடும். ஆனால், ரசாயன சாஸ்திரி சொல்வது உண்மையே. 21-வது படத்திற் காட்டியபடி, ஒரு கண்ணாடிக் குழாயை எடுத்து, அதனுட் பாகத்தைப் பல

துளைகளுள்ள நெட்டித் தக்கையால் அடைக்கவும். அத் தக்கையின்மேல் ஒரு மெழுகுவத்தித் துண்டை நிறுத்தி வைக்கவும். குழாயின் மேற்பாகத்தில் ஒரு கம்பிச் சல்லடையை வைத்து அதன்மேற் பொட்டாஸிய அப்ஜ-பிராணைக் குச்சிகளை (Sticks of potassium hydroxide) போட்டு நிரப்பவும். இந்த க்ஷாரம் மெழுகுவத்தி எரியும் பொழுதுண்டாகும் சேர்க்கைப்பொருள்களை உறிஞ்சிக் கொள்ளும் என்பதைப் பின்னால் விவரமாக அறிந்துகொள்ளுவோம். இவ்விதம் அமைக்கப்பட்ட உபகரணத்தைத்



காற்றில் மெழுகுதிரி எரியும்பொழுது
விளை-பொருள்களின் எடை அதிகமாயிருக்கிறது

படம் 21

தராசுத் தட்டில் வைத்து எடை கட்டவும். மெழுகுவத்தியைக் கொளுத்தி எரிய விடவும். அது எரிய எரிய அது வைக்கப்பட்டுள்ள தராசுத் தட்டு கீழ் நோக்கிச் செல்லுவதானது அப்பக்கத்தில் எடை அதிகரித்துக் கொண்டுவருகிறதென்பதைக் காட்டும். ஆகையால், அவ்வத்தி எரியும்பொழுது காற்றிலிருந்துதான் ஏதோ சம்பந்தப்படுகிறதென்று வெளியாகிறதல்லவா? வெளியிலிருந்து உள்ளே யொன்றும் வாராமலிருக்கும்படி செய்தால் இந்த எடை கூடுதல் ஏற்பட்டிருக்காது.

ஒரு வத்தியிலிருந்து ஒரு பெரிய பாகம் மறைவதும், நீர் ஆவியாக மாறி மறைவதும், மெழுகுவர்த்தி எரிந்து இருந்தவிடந் தெரியாமற் போவதும், பொருள்களின் தோற்றத்தையும் நாசத்தையும் நிதர்சனமாகக் காண்பிக்கின்றன. ஆனால், கவனித்து ஆராய்ச்சி செய்வோமாயின் அவையெல்லாம் வெறுந் தோற்றமே யென்றறியலாம். இதுவும் ஒரு மாயையோ!

மேலே குறிப்பிட்ட சோதனைகள் "பொருள் நித்தியத்துவம்" அல்லது "பொருளழியாமை" என்னும் நியாயத்தை (Law of indestructibility of matter) விளக்குகின்றன. "ரசாயன முறைகளில் ஈடுபடும் பொருள்களின் மொத்த நிறையில், சோதனைக்குரிய பிழைகளைக் காட்டிலும் அதிகமான நிறைபேதம் இதுவரையில் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை"[1] என்பது இந்நியாயத்திற்கு இலக்கணமாகும். ரசாயன சாஸ்திரத்தில் முக்கியமான நியாயங்களில் இதுவொன்று. இந்நியாயமே முதன்முதலில் லவாசியரால் தக்க பிரமாணங்களோடு நிரூபணம் செய்யப்பட்டிருக்கிறது.

திட்டப் பிரமாண விதி

(Law of Definite Proportion)

1630-ம் வருஷத்தில் ஜீன் ரே (Jean Rey) என்பவர் பல சோதனைகளைச் செய்ததன் பயனாக, உலோகங்களைச் சுட்டுப் பஸ்மீகரித்தால் அவைகளின் நிறை அதிகரிக்குமென்று கண்டுபிடித்தார். [illegible] ஒரு வகைத் [illegible] செய்தார். [illegible] அதன்

[1] The variation in the total weight of the substances taking part in chemical reactions, greater than the limits of experimental error has never been detected.

எடை கூடவில்லை என்பதை யறிந்தார். அதன் பின், எவ்வளவு நேரஞ் சூடு செய்தபோதிலும் எடை கூடவில்லை. ஆகவே, "திட்டப் பிரமாண எடையுள்ள ஓர் உலோகம் திட்டப் பிரமாண எடையுள்ள பிராணவாயுவுடன் சேர்ந்து திட்டப் பிரமாணமுள்ள பிராணையாக (Oxide) மாறுகிறது" என்னும் விதியை அவர் வெளியிட்டார். மாக்னீஸியம் பஸ்மீகரிக்கப்படும்பொழுது 1·52 எடை மாக்னீஸியம் 1·00 எடை பிராணவாயுவுடன் ஐக்கியமாகும். அவ்விதத்திற் பல உலோகங்கள் பிராணவாயுவுடன் எவ்வளவில் ஐக்கியமாகும் என்பதைக் கீழே காட்டியிருக்கும் அட்டவணை குறிக்கிறது.

பிராணவாயு	மாக்னீஸியம்	நாகம்	அலுமீனியம்	தாமிரம்
1	1·52	4·09	1·124	3·97
8	12·16	32·69	8·99	31·78

ஓர் ஐக்கியப் பொருளின் எந்தப் பாகத்தை எடுத்துச் சோதித்தாலும் அப்பொருளின் சங்கலனம் அல்லது இயைபு (Composition) ஒரேயளவிலிருப்பதைக் காணலாம். ஆனால் ஒரே சங்கலனமுள்ளவை யெல்லாம் ஒரே பொருளாக இருக்கவேண்டியது அவசியமில்லை.

இந்நியாயத்தை ஊர்ஜிதப்படுத்த ஸ்டாஸ், ரிச்சர்ட்ஸ் (Stas and Richards) என்னும் இரு நிபுணர்களும் தீர்மானமான பல விபாகங்களை, வெகு அபூர்வ முறைகளைக்கொண்டு செய்திருக்கின்றனர். 1860-ம் வருஷத்தில் ஸ்டாஸ் என்பவர் இரஜதஹரிதகையை (Silver Chloride) மூன்று முறைகளில் தயாரித்து, அவற்றுள்

ஒவ்வொன்றின் சங்கலனத்தையுங் கணக்கிட்டுப் பார்க்க, நூறு எடை இரஜதத்திலிருந்து

முதல் முறையில் 132·8425 எடையும்,
இரண்டாவது முறையில் 132·8475 எடையும்,
மூன்றாவது முறையில் 132·842 எடையும்

உள்ள இரஜத ஹரிதகை உண்டாவதைக் கண்டார். தயாரிக்கும் முறையாவது, உஷ்ண நிலையாவது இரஜத ஹரிதகையின் சங்கலனத்தைப் பாதிக்கவில்லை என்பதையும் அறிந்தார். மூன்று முறைகளிலும் ஏற்பட்ட வித்தியாசம் லக்ஷத்தில் ஆறு பங்களவுள்ளதாகவே இருக்கிறது. திட்டப்பிரமாண விதியைக் கணித-ஒத்த அளவில் (Mathematical exactness) நிரூபிக்க முடியாது. ரசாயன சாஸ்திரி எவ்வளவு சாமர்த்தியமுள்ளவராகவும், கைதேர்ந்தவராகவும் இருந்தாலும், ஸூக்ஷ்மமான ஸத்ய அளவில் ஒன்றையும் அளவிட முடியாது. பரிசோதனைக்குரிய பிழை ஏற்படத்தான் ஏற்படும். மனிதன் தனது சாமர்த்தியத்தால் இப்பிழையின் அளவைக் குறைக்க முடியுமேயொழிய முற்றிலும் இப்பிழை ஏற்படாமலிருக்கச் செய்யமுடியாது.

தயாரிக்கும் முறைக்கும் பொருளின் சங்கலனத்திற்கும் யாதொரு சம்பந்தமுங் கிடையாது. தயாரிக்குஞ் சமயத்தில் ஏதாவதொரு தனிப்பொருள் அதிக அளவிலிருக்குமாயின் அதிக அளவிலுள்ள அப்பொருள் ஐக்கியப் பொருளுக்குச் சம்பந்தப்பட்டதன்று. அது தனிமையாகவே நிற்கும். ஆகையால், இந்நியாயத்தைப் பின்வருமாறு வரையறுத்துக் கூறுவோம்:—

"விசேஷமான ஓர் ஐக்கியப் பொருளில் திட்டமான ஒரேயளவில் ஒரே விதமான மூலப்பொருள்கள் ஐக்கியமாகியிருக்கின்றன." [1]

---

[1] A particular chemical compound always contains the same elements united together in the same proportion.

எவ்விதஞ் செய்யப்பட்ட நாகபஸ்மத்திலும் 65·37 எடை நாகம், 16 எடை பிராண வாயுவுடன் ஐக்கியமாயிருக்கிறது என்பதை நிச்சயமாகக் காணலாம். நாகபஸ்மத்தை

(1) நாகத்தைக் காற்றுப்படச் சூடுசெய்தும்

(2) நாக பாக்கியமிகஜத்தை (Zinc nitrate) சூடு செய்தும்,

(3) நாக இங்காலிகஜத்தை (Zinc carbonate) சூடு செய்தும்

தயாரிக்கலாம். இம்முறைகளில் தயாரிக்கப்பட்ட நாக பஸ்மம் ஒவ்வொன்றிலும் 65·37 எடை நாகம் 16 எடை பிராணவாயுவுடன் சேர்ந்து 81·37 எடை நாகபஸ்மத்தைக் கொடுத்திருக்கிறது என்று பிரமாண விச்லேஷண முறைகளால் (அளவறி பகுப்பு முறைகளால் Quantitative analysis) அறியலாம்.

பிரகிருதியில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் சட்டதிட்டத்திற்குட்பட்டே ஏற்படுகின்றன. இந்நியாயமே பிரமாண விச்லேஷணம் சரியாகச் செய்யப்பட்டிருக்கிறதா என்று நிச்சயிக்க அநுகூலமாக இருக்கிறது. சங்கலனத்தின் மாறுமையே ஒரு பொருளின் சுத்தத் தன்மையைக் காட்டுகிறது. இதிலிருந்தே, கலவைகளிலிருந்து (Mixtures) ரஸாயன ஐக்கியப் பொருள்கள் (Chemical compounds) வேறுபட்டவை என்னுஞ் சித்தாந்தம் ஏற்படுகிறது.

அத்தியாயம் 3



நாமகரணம் அல்லது பெயரிடுதல் (Nomenclature)

ஒவ்வொரு சாஸ்திரத்திற்கும் அதற்கென்று ஏற்பட்ட பரிபாஷையுண்டு. அச்சாஸ்திரத்திற்குரிய ஒவ்வொரு பொருளுக்கும், ஒவ்வொரு முறைக்கும் தனித்தனியாகச் சிறப்புப் பெயரிருப்பது மிகவும் அவசியமானதாம். அதே மாதிரியாக, ரஸாயன சாஸ்திரத்திலும் பல தனிப் பொருள்களுக்கும் சேர்க்கைப்பொருள்களுக்கும் அவ்வவற்றிற்குரிய பெயர்களுண்டு. ஒவ்வொரு தனிப்பொருளுக்கும் அதன் முக்கியமான குணத்தைக் கொண்டோ, அல்லது வேறு ஒரு விசேஷ காரணத்தைக் கொண்டோ தான் பெயர் ஏற்படுகிறது.

நம் தேசத்திற் பண்டைக் காலமுதல் வழங்கிவருஞ் சில தனிப்பொருள்களின் பெயர்களைக் கவனிக்க. அவை யாவும் "அம்" என்று முடிவதைப் பார்க்கலாம். (உ-ம்) கந்தகம், இரஸம், அயம், தங்கம், துத்தநாகம், தாமிரம் முதலியன. லத்தீன் (Latin) பாஷையிலும், ஆங்கில பாஷையில் பெரும்பான்மையாகவும், தனிப்பொருள்களின் பெயர்கள் "அம்" என்றே முடிகின்றன. ஆகையால் ரஸாயன-தனிப்பொருள்களின் பெயர்களை "அம்" என்று முடியும்படியாகவே அமைத்தல் வேண்டும். ஒரு தனிப்பொருளுக்கு அதன் குணங்கொண்டு பெயரிடும் பொழுது, அப்பெயரை, சம்ஸ்கிருத பாஷையிலிருந்து எடுத்தமைக்கவேண்டியது அவசியமாயிருக்கிறது. ஏனென்றால், அவ்வாறமைக்கப்படும் பெயர் இந்தியா தேசம் முழுவதிலும் உபயோகிக்கப்படுவதற்கு எளிதாய் இருக்கும். கூடியமட்டில் தமிழ் நாட்டில் வழங்கிவரும் வடமொழிச் சொற்களை யொட்டியே, பொருளுக்குப் பெயரிட முயலுவோம். உலோகமல்லாத தனிப்பொருள்

களை (non-metals) அமிலங்களைக் (Acids) கொடுக்கிற படியாலும், உப்புக்கள் அமிலங்களிலிருந்தே உண்டாவதாகக் கருதப்படுவதாலும், உலோகமல்லாத தனிப்பொருள்களுக்கெல்லாம் ஆங்கிலமொழியிலுள்ள பெயர்களையொட்டிப் புதிதான பெயர்களைக்கொடுப்போம். அதேவிதமாக, உலோகங்களுக்கும் புதிய பெயர்களைக் கொடுக்கலாம். இன்னும் சிறிதுகாலம்வரை நம் நாட்டில் சற்றேனும் வடமொழிவழக்கிலோ தமிழ்வழக்கிலோ வழங்கப்பட்ட உலோகங்களைத்தவிர, மற்ற எல்லா உலோகங்களையும் ஆங்கிலத்தில் வழங்கிவரும் பெயர்கொண்டே அழைப்போம். ஆனால் அவ்வுலோகங்களுக்கும் நாம் அறிக்கைப்படிய பொருத்தமான புதிய பெயர்களையும் ஆங்காங்குக் குறிப்போம்.

(1) சில தனிப்பொருள்களின் பெயர்களை எவ்விதம் அமைக்கலாமென்று இங்கு விவகரிப்போம். கிரீக் சொல்லாகிய "அயோடாஸ்" என்பதற்கு ஒருவித வெளுத்த சிவப்பு என்பது பொருள். அதையொட்டி "அயோடின்" (Iodine) என்று ஆங்கிலத்தில் ஒரு தனிப்பொருளுக்குப் பெயர் வந்தது. ஆகையால் நாமும் அத்தனிப்பொருளைப் "பாடலகம்" (பாடல=நீலமும் சிவப்புஞ் சேர்ந்த நிறம்) என்று அழைப்போம். அதை 'ஊதாயம்' என்பதுஞ் சொல்லலாம். க்ளோராஸ் (Chloras=பச்சை) என்பதத்திலிருந்து "க்ளோரின்" (Chlorine) என்னும் ஆங்கிலப்பெயர் வந்தது. அதையொட்டி, நாம் அதை "ஹரிதகம்" அல்லது "பசியம்" என்போம். ஹரித—பச்சை. ஹரித என்பது மஞ்சள் நிறத்தையுங் குறிக்கும். இப்பொருளின் நிறம் பச்சை மேலாகிய மஞ்சளாக இருப்பதால், இப்பெயர் மிகப்பொருத்தமானது. மேற்கண்ட தனிப்பொருள்களின் வர்க்கத்தைச் சேர்ந்த "ப்ரோமின்" (Bromine) என்ற தனிப்பொருளுக்கு, அதன் நிறத்தைக்கொண்டு "இரக்தகம்" என்று பெயரிடுவோம். எத்தனிப்பொருளினிடமிருந்தாவது சேர்ந்

கைப்பொருள்களெல்லாம் நிறமுள்ளவைகளாக இருக்கின்றனவோ, அத்தனிப்பொருளுக்கு ஆங்கிலத்தில் "க்ரோமியம்" (Chromium from Chromos=வர்ணம்) என்று பெயரிட்டனர். அதற்கு நாம் "ராகம்" (ராக=நிறம்) அல்லது "நிறமியம்" என்று பெயரிடலாம். அல்லது முன் குறித்தபடி அதை நாம் "கிரோமியம்" என்றே அழைப்போம். எத்தனிப்பொருள் ரோஜாப்பூவின் நிறத்தையுடைய உப்புக்களைத் தருமோ அத்தனிப்பொருளை "ரோடியம்" (Rhodium=Rose colour) என்று ஆங்கிலப்பெயராலேயே அழைப்போம். அதை "பாடலம்" அல்லது ரோஜாயம் என்றுஞ் சொல்லலாம். (பாடலம்=ரோஜாப்பூ)

ரஸாயன-பிரதிகாரங்களெல்லாவற்றிலும் பராமுகமான தனிப்பொருளுக்கு "அலசம்" (அலச=சோம்பலுற்றுத் தனமுள்ள, மந்தமான) என்று நாம் பெயரிடுவோம். அதை 'மடியம்' என்றுஞ் சொல்லலாம். அதன் ஆங்கிலப் பெயர் "ஆர்கான்" (Argon). இரஜதம் போன்ற பொருந்திய உலோகத்தை ஆங்கிலத்திலுள்ளபடியே "பிளாடினம்" (Platinum. Plata=வெள்ளி) என்போம்.

ஜலத்தையுண்டாக்கும் வாயுவுக்கு "அப்ஜனகம்" என்று பெயரிடுவோம். (அப்=தண்ணீர், ஜனகம்=உண்டாக்குவது). அதன் ஆங்கிலப்பெயர் "ஹைட்ரோஜென்" (Hydrogen. Hydro=தண்ணீர், gen=உண்டு பண்ணுவது). அவ்வாயுவிற்கு "நீரயம்" என்ற பெயரையுங் கொடுக்கலாம். சட்டியில் வைத்த செடியின் சாம்பலிலுள்ள (Pot-ash) தனிப்பொருள், "பொட்டாசியம்" (Potassium) என்று பெயரிடப்பட்டது. அதை "நீறியம்" (நீறு=சாம்பல்) என்றுஞ் சொல்லலாம்.

(2) சில தனிப்பொருள்களின் பெயர்கள் இடங்களின் பெயர்களையொட்டிவந்தன. ஸ்காட்லண்ட் தேசத்திலுள்ள "ஸ்ட்ரான்டியன்" என்னும் இடத்தின் பெயரை

யொட்டி "ஸ்ட்ரான்ஷியம்" (Strontium) என்னும் பெயரும், ரஷ்யாதேசத்திலுள்ள "ருதினியா" என்னுமிடத்தின் பெயரையொட்டி, "ருதினியம்" (Ruthenium) என்னும் பெயரும் வந்தன. சைப்ரஸ் என்னுமிடத்தை யொட்டிவந்த "க்யூப்ரம்" என்ற பெயர் "காப்பர்" (Copper) என்று ஆங்கிலத்தில் மருவிவந்தது. அப்பொருளையே நாம் வெகுகாலமாகத் தாமிரம் என்றும் செம்பு என்றும் வழங்கிவருகிறோம்.

(3) சில தனிப்பொருள்களுக்குச் சில தேசங்களை யொட்டியோ, அல்லது அப்பொருள்கள் கண்டுபிடிக்கப் பட்ட சமயங்களிலேற்பட்ட முக்கிய நிகழ்ச்சிகளை யொட்டியோ பெயர்களளிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. சூரிய மண்டலத்திலிருப்பதால் ஆங்கிலத்தில் "ஹீலியம்" (Helium) என்றழைக்கப்படும் பொருளை, நாம் "ஸௌரம்" (ஸூர = சூரியன்) என்றழைப்போம். அதைக் "கதிரவம்" என்றுஞ் சொல்லலாம். காலியா தேசத்திலிருந்து "காலியம்" (Gallium) என்றும், ஜெர்மனிதேசத்திலிருந்து "ஜெர்மேனியம்" (Germanium) என்றும் பெயர் வந்தன. பல்லாஸ் (Pallas), யுரானஸ் (Uranas) என்னுங் கிரஹங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட சமயங்களிற் புதிய இரண்டு உலோகங்களும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டமையால், அவை, முறையே, "பல்லேடியம்" என்றும், "யுரேனியம்" (Palladium and Uranium) என்றும் அக்கிரகங்களைப் பாராட்டும் பொருட்டு அழைக்கப்படலாயின.

(4) சில தனிப்பொருள்கள் தமக்குச் சம்பந்தமுள்ள கனிஜங்களை (Minerals) யொட்டிப் பெயர்களை அடைகின்றன. பெரில் (Beryl) என்று சொல்லப்படும் கனிஜத்திலிருந்து "பெரிலியம்" (Beryllium) என்னும் பெயர் வந்தது. "ஜர்க்கான்" (Zircon) என்ற கனிஜத்திலிருந்து "ஜர்கோனியம்" (Zirconium) என்ற பெயர் வந்தது.

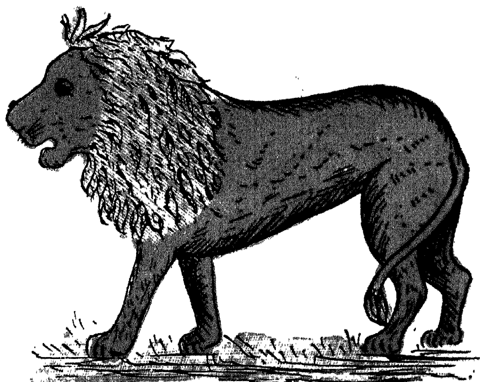
(5) சில தனிப்பொருள்கள், புராணங்களில் குறிப்பிட்டிருக்கும் தேவதை, ராக்ஷஸர் முதலியவர்களின் பெயர்களையொட்டிப் பெயரிடப்பட்டுள்ளன. ஸ்காண்டிநேவியா தேசத்துப் புராணத்தில் சொல்லப்பட்டிருக்கிற 'ஓடின்' என்னுந் தேவதையின் குமாரனான "தார்" என்னுந் தேவதையையொட்டி "தோரியம்" என்றும் "வனடைஸ்" என்னுந் தேவதையையொட்டி "வனேடியம்" என்றும், "டான்டாலஸை" யொட்டி "டான்டலம்" (Tantallum) என்றும், பெயர்கள் வந்தன.

(6) சில தனிப்பொருள்கள் மனுஷ்யர்களால் பெயரிடப்பட்டிருக்கின்றன. இப்புத்தகத்தின் கடைசியிற் காணப்படும் தனிப்பொருள் அட்டவணையிலிருந்து எல்லாத் தனிப்பொருள்களின் பெயர்களையும் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

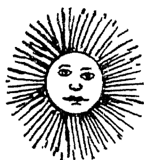
ஒவ்வொரு தனிப்பொருளையும்பற்றி விரிவாகப் பின்னர் கூறும்பொழுது, அதற்குக் கொடுக்கப்பட்டிருக்கும் பெயரைப்பற்றிய விவரங்களைக் குறிப்போம்.

ஆதிகாலம் முதல் தனிப்பொருள்களையும், இன்னும் மற்றைச் சேர்க்கைப்பொருள்களையும், இரகசியப் பெயர்களால் ரஸாயன சாஸ்திரிகள் குறிப்பிட்டு வந்திருக்கின்றனர். முன்னாளில் ரஸவாதிகள் பொருள்களுக்குக் கற்பனைப் பெயர்களையும், அவற்றைக் குறிப்பிடுவதற்கு மறை ரகசியமான வடிவங்களையுங் கொடுத்துப் பாமரர்களாக ஒருவருமறியக்கூடாத பாஷையில் அவற்றின் சாமர்த்தியமான விகாரங்களையும் விவரித்துக் கூறியிருக்கின்றனர். அவர்கள், தங்கத்தைச் சூரியனுக்கொப்பிட்டு அதை ⊙ அல்லது  இவ்விதமும், வெள்ளியைச் சந்திரனுக்கு ஒப்பிட்டுச் சந்திரகலையாலும் ((குறிப்பிட்டுள்ளனர். மேலும் தங்கத்தை, 'சிவந்த மாப்பிள்ளை' அல்லது 'சிவப்புச் சிங்

கம், என்றும், வெள்ளியை, அல்லிப்பூ நிறமுடைய மணப் பெண்ணென்றும் 'பாதரஸத்தை' பச்சைப் பறவை நாக



சிங்கம்





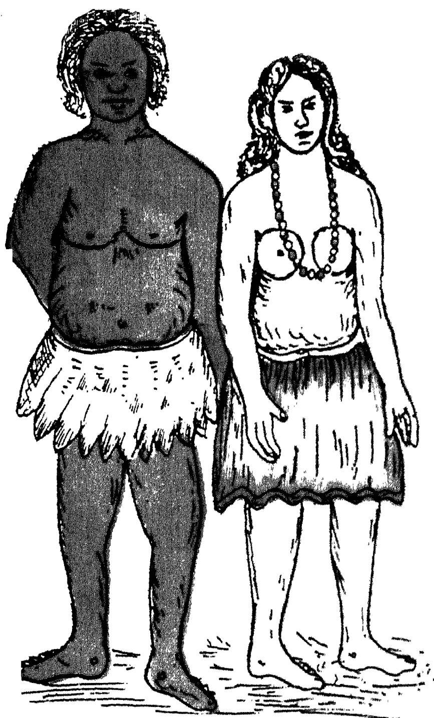
சூரியன்

(தங்கத்தைக் குறிக்குஞ் சின்னங்கள்)

படம் 22

மென்றும், காரியத்தைக் கருங்காக்கையென்றும், கந்த கத்தை மஞ்சள்-தேள் என்றும் இன்னும் பலவிதமாகக் குறிப்பிட்டிருக்கின்றனர். ரஸவாத வேலையில், வெளி வரும் வாயுவைப் பறக்கும் இராஜாளிக்கும், உத்பாதனை நிலையை (திடஸ்திதியிலுள்ள பொருள் ஆவியாய்ப் பரிண

மித்தலை) நிலையில்லாமற் குதித்தோடிக் கல்மாவுக்கும் சூடு செய்யுஞ் சமயத்திற் பொரிந்து பொருமுகிற பொருளை (உ-ம் வெண்காரம்) உப்பின தொகைக்கும் ஒப்பிட்டனர்.

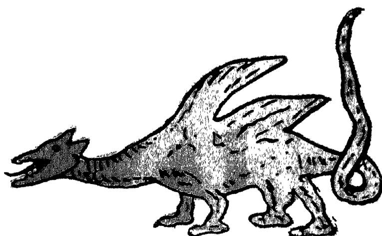


சிவப்பு-மாப்பிள்ளையும் அல்லிப்பூ மணப்பெண்ணும்
தங்கத்தையும் வெள்ளியையுங் குறிப்பது

படம் 23

தங்கம் இராஜ நீரில் (Aqua-regia) கரைவதைச் சிங்கம் சூரியனை விழுங்குவதுபோற் படம் வரைந்தார், அதிலிருமுள்ள "வீர"த்தைச் சுத்திசெய்து விஷக்குறைந்த இரசகற்பூர

மாகச் செய்வதை, மூர்க்கமான ஒரு சர்ப்பத்தையடக்கி அதைத் தன் வாலைத்தானே விழுங்கும்படி செய்வது போற் படம் வரைந்தும், ஒளி வீசுகிற உலோகங்கள் புடமிட்டுப் பஸ்மமாக்கப்படும் முறைகளைச் சாவைக் குறிக்கும் எலும்புக்கூடு மயானத்தில் நிற்பதுபோற் படம் வரைந்



பச்சைப்பறவை நாகம;



எலும்பும் மண்டையோடும்

(இரஸத்தைக் குறிக்குஞ் சின்னங்கள்)

படம் 24

தும், அவர்கள் காட்டியிருக்கிறார்கள். ஆயுர்வேத முறையில் பஸ்மம் செய்வதை "உலோகமாரணம்" (உலோகத்தைக் கொல்லுதல்) என்று சொல்லுகிறார்கள். இதற்கு உதாரணமாக, "ரஸார்ணவம்" என்னும் ரஸாயன நூலிற் காணப்படும் சுலோகத்தின்* பொருளைக் கீழே காண்க.

* नास्ति तल्लोहमातङ्गो यन्न गन्धककेसरी ।
निहन्याद्गन्धमात्रेण यद्वा माक्षिककेसरी ॥

“உலோகங்களை எவ்விதம் மாரணஞ் செய்வது என்பதைச் சொல்லப்போகிறேன். கவனியுங்கள். கந்தகாதிய சிங்

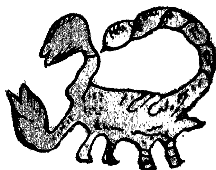


5 Ⓛ Pb

கருங்காக்கை

ஸீஸத்தைக் (காரீயத்தை) குறிக்குஞ் சின்னங்கள்

படம் 25





S

மஞ்சள்-தேள்

கந்தகத்தைக் குறிக்குஞ் சின்னங்கள்

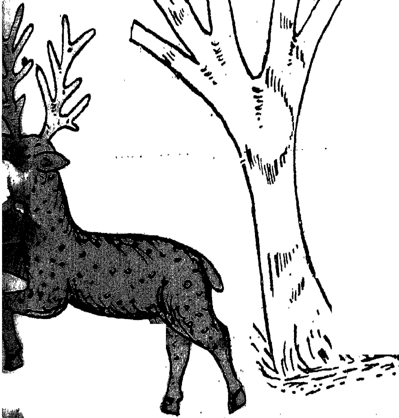
படம் 26

கத்தாற் கொல்லப்படாத எந்த உலோகமாகிய யானையு முளதோ?” அந்நாளில் தம்மைச்சேர்ந்த சிலரே அறியும்



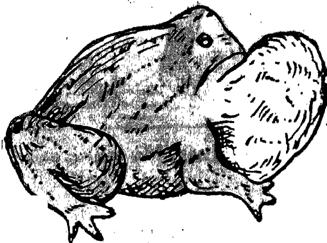
பறக்கும் இராஜாளி; (வெளிவரும் வாயுவைக் குறிப்பது)

படம் 27



உத்பாதன நிலையைக் காட்டுவது) குதித்தோடுங் கலைமான்

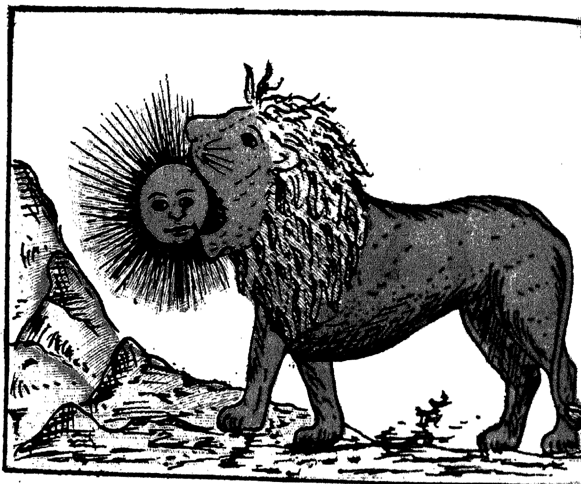
படம் 28



உப்பின தேரை (சூடுசெய்யப் பொரிந்து பொருமுகிற பொருள்)

படம் 29

பொருட்டும் பிறரை ஏமாற்றும்பொருட்டும் இரகசிய பாஷையில் ரஸவாதிகள் மேற்கண்டவாறு தங்கள் முறைகளைப்பற்றி எழுதியிருக்கின்றனர். இந்நாளில் நாம் அங்ஙனஞ் செய்யக்கூடாது. எல்லோரும் எளிதில் அறியக்கூடியபடி, நமது அபிப்பிராயங்களை வெளியிடவேண்டும். ஆனால் ரஸாயன சாஸ்திரத்தில் தனிப்பொருள்களையும் சேர்க்கைப்பொருள்களையும் குறிப்பிட்டுக் காண்பிப்பதற்குப் பொருட்செறிவும் தெளிவும் பொருந்துமாறு சுருங்கச் சொல்லி விளங்கவைக்கும் அடையாளங்கள் உபயோகத்திலிருந்து வருகின்றன.



சூரியனைச் சிங்கம் விழுங்குவது (இராஜ-நீரில் தங்கம் கரைவதைக் காட்

படம் 30

லவாசியர் தண்ணீரை ▽ வடிவத்தாலும் பிராண வாயுவை ⊕ வடிவத்தாலும் குறித்தார். டால்டன் என்பவர் ஒவ்வொரு தனிப்பொருளையும் ஒவ்வொரு வடிவத்தாலும், சேர்க்கைப்பொருள்களை அவ்வடிவங்களின்

சேர்க்கையாலும் குறித்துக்காட்டினர். (உ-ம்.) ⊙= அப்ஜனகம்; ○=பிராணவாயு; ●=இங்காலம் (கரி); ⊙○=தண்ணீர்; ●○=இங்காலஏக-பிராணை; ○●○= இங்கால-துவி-பிராணை. இவ்வித வடிவங்களை உபயோகப் படுத்துவது தொல்லையாயிருப்பதால் இப்பொழுது அங்ங

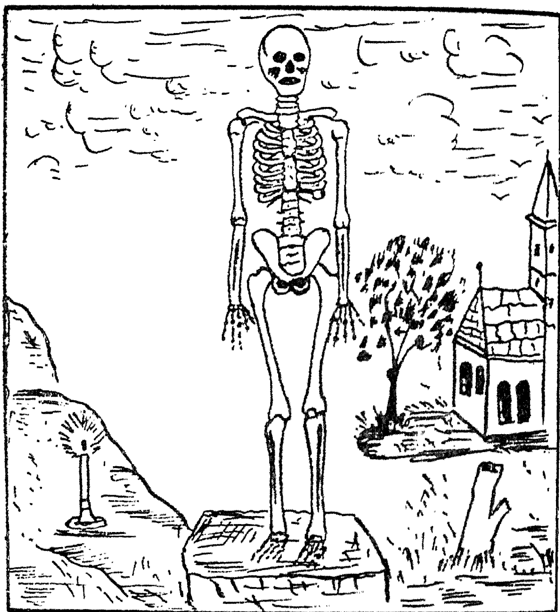


மூர்க்கமான சர்ப்பத்தைத் தன் வாலைத் தானே விழுங்கச்செய்தல் (வீரத்தை ($HgCl_2$) இரசகற்பூரமாக்குதல்)

படம் 31

னங் குறிப்பிடுகிறதில்லை. எல்லோரும் ஒரே விதமாக அறிந்துகொள்ளும்பொருட்டு 1811-ம் வருஷம் பெர்ஸீலியஸ் (Berzelius) என்பவர் "ஒவ்வொரு தனிப் பொருளையும் அதன் லத்தீன் பெயரின் முதலெழுத்தைக் கொண்டோ, அல்லது முதலிரண்டெழுத்துக்களைக்

கொண்டோ, அல்லது முதலெழுத்தையும் அடுத்த முக்கிய எழுத்தையுங்கொண்டோ குறிப்பிடலாம்" என்ற அபிப்பிராயத்தை வெளியிட்டார். அவர் சொல்லியதற்கிணங்கியே, அன்றுமுதல் இன்றுவரை ஒவ்வொரு தனிப்பொருளையும், சேர்க்கைப்பொருளையும் ஒவ்வொரு தேசத்தினரும், தம்தம் மொழியில் வெவ்வேறு பெயரிட்டு



மயானத்தில் நிற்கும் மனிதனுடைய எலும்புக்கூடு
(உலோக மாரணத்தை அதாவது பஸ்மீகரணத்தைக் காட்டுவது)
படம் 32

அழைத்தாலும் அவ்வொவ்வொன்றையும் முறையே அததற்கு என்றேற்பட்ட சின்னத்தாலும் சங்கேதத்தாலும் எல்லா தேசத்து ரஸாயன சாஸ்திரிகளும் காட்டிவந்து கொண்டிருக்கின்றனர். ஆகையால் நாமும் அதே

முறையை அநுசரிக்கவேண்டியது அவசியம். ரசாயன சாஸ்திரம் எல்லோருக்கும் பொதுவானது. உலக முன்னேற்றத்திற்கும் அதுவே காரணமாய் நிற்கிறது. பிற நாடுகளிற் கையாளப்படும் ரஸாயன முறைகளையும் அவற்றைப்பற்றிப் பத்திரிகைகளில் வெளிவரும் விஷயங்களையும் நாம் அறிந்துகொள்ளவேண்டியது மிகவும் அவசியம் என்பதைக் கூறவும்வேண்டுமோ? சில தனிப் பொருள்களையும் அவற்றிற்குரிய சின்னங்களையுமிங்குக் குறிப்போம். கரி = C; கால்ஸியம் = Ca; ஹரிதகம் = Cl; கொலம்பியம் = Cb; அப்ஜனகம் = H; பாதரஸம் = Hg (Hydrargyrum); இரஜதம் = Ag (Argentum); ஸ்வர்ணம் = Au (Aurum). அந்தந்தத் தனிப்பொருளைக் குறித்துக் காட்டி எழுதும்பொழுது அதுதன் சின்னத்தை (Symbols) உபயோகிப்போம்.

தனிப்பொருள்கள் ஐக்கியமாகியே சேர்க்கைப் பொருள்கள் உண்டாகின்றன. சேர்க்கைப்பொருளிலிருந்து அதிலுள்ள தனிப்பொருள்களையெல்லாம் பிரித்தெடுக்கமுடியும். ஆகையால் சேர்க்கைப்பொருள்களைக் காட்டுவதற்கும், அதிலுள்ள தனிப்பொருள்களின் சின்னங்களை அடுத்தடுத்து எழுதவேண்டும். நாம் முன்னாலேயே கவனித்தபடி, ஒவ்வொரு சேர்க்கைப்பொருளிலும், திட்டப்படியே தனிப்பொருள்கள் ஒன்றுகூடியிருக்கும். ஒன்றுகூடிய நிலையில் அவ்வவற்றின் அளவுகளைக் காட்டும்பொருட்டுச் சின்னங்களுக்கு வலப் பக்கமாகச் சற்றுக் கீழே, எண்களை உபயோகிக்கிறோம். ஒரு தனிப் பொருளைக் காட்டுஞ் சின்னம், அத் தனிப்பொருளைக் காட்டிநிற்பதுமல்லாமல், அதன் ஒரு பரமாணுவையுங் காட்டி நிற்கும். H_2O என்ற சங்கேதம் தண்ணீரைக் குறிக்கிறது. அதுமட்டுமன்று. அப்ஜனகத்தின் இரண்டு பரமாணுக்களும் பிராணவாயுவின் ஒரு பரமாணுவும் ஒன்றுசேர்ந்தே தண்ணீர் அணு உண்டாகிறதென்றும் அது தெரிவிக்கிறது. Na_2CO_3 என்ற சங்கேதம் சோடா

உப்பைக் குறிப்பதுமன்றி இரண்டு பரமாணு ஸோடியமும் ஒரு பரமாணு கரியும், மூன்று பரமாணு பிராணவாயுவும் ஐக்கியமாகிய பொருளே ஓராணு சோடாஉப்பு என்பதையுங் காட்டுகிறது. ஆகையால் சேர்க்கைப்பொருளின் ஜாதி லக்ஷணங்களையும் அதனுடைய சங்கலனத்தையும் சுட்டிக்காண்பிப்பது அதன் சங்கேதம் (Formula). ஜாதிக்குணங்களையும் பிரமாண நிலைகளையும் நன்குப் பார்த்தமாத்திரத்தில் தெரிவிப்பது அச்சங்கேதமே. அதைப்பற்றி மறுபடியும் பின்னர் கூறுகிறோம்.

சேர்க்கைப்பொருள்களுக்குப் பெயரிடுதல் :—

இரண்டு தனிப்பொருள்கள் ஒன்றுசேர்ந்த சேர்க்கைப்பொருளுக்குப் பெயரிட, ஆங்கிலத்தில், ஒரு தனிப்பொருளின் பெயரை மாற்றாமல் அப்படியே வைத்து, மற்றத் தனிப்பொருளின் கடையில் ("ஐட்") ide என்ற பின்னிலையைச் சேர்த்துச் சொல்லிவருகிறார்கள். (உ-ம்.) ஸோடியமும் ஹரிதகமுஞ் சேர்ந்த சாதாரண உப்பை ஆங்கிலத்தில் "ஸோடியம் க்ளோரைட்" (Sodium chloride) என்று சொல்லுகிறோம். நாம் அச்சேர்க்கைப்பொருள்களுக்குப் பெயரிடுகையில், ஒரு பொருளின் பெயரில் கடைசியாக நிற்கும் "ம்" என்ற எழுத்தை எடுத்துவிட்டு மற்றொரு பொருளின் பெயரை "ஐ" என்று முடியும்படி செய்வோம். தனிப்பொருள்களின் பெயர்களை "அம்" என்று முடியச் செய்யவேண்டுமென்று முன்பு கூறினோமல்லவா? தனிப்பொருளின் பெயரிலிருந்து "அம்" என்பதை எடுத்துவிட்டு மிகுதி நிற்கும் மூலச் சொல்லுடன் "ஐ" என்பதைச் சேர்ப்போம். (உ-ம்) பிராணம்-அம்=பிராண்; பிராண்+ஐ=பிராணை (Oxide). பிராணவாயுவுடன் சேர்ந்த பொருள்களைப் "பிராணைகள்" என்று சொல்லுவோம். சேர்க்கையைக் காட்டும்பொருட்டுச் சிலர் அவைகளை "பிராணயுதிகள்" என்றுஞ் சொல்லுகிறார்கள். கந்தகத்துடன் சேர்ந்தவைகளைக் "கந்தகை" (கந்தக்+ஐ) என்போம்.

(உ-ம்) அப்ஜ-கந்தகை, அயச-கந்தகை. சேர்க்கைப் பொருள்களிலுள்ள தனிப்பொருள்களினளவைக் காட்டும் பொருட்டு அவற்றிற்கு முன்றாற் சில உபஸர்க்கங்களைக் கொண்டு குறிப்பிடுவோம். (உ-ம்) தாமிரமும் பிராண வாயுவும் ஐக்கியமாகி இரண்டு பிராணைகளைக் கொடுக்கின்றன. அவற்றுள் பிராணவாயு அதிக அளவிலிருக்கும் பிராணைக்குரிய ஆங்கிலப் பெயரில் "இக்" என்ற பின்னிலை காணப்படுகிறது. அதற்கு "க்யூப்ரிக் ஆக்ஸைட்" (Cupric oxide) என்று பெயர். அப்பிராணையைக் குறிக்க நாமும் "இக" என்ற பின்னிலையை அமைத்து அதற்குத் "தாம்ரிக-பிராணை" (தாம்ரம்-அம்=தாம்ர்; தாம்ர்+இக =தாம்ரிக) என்று பெயரிடுவோம். பிராணவாயு குறைவாயிருக்கிற பொருளின் பெயரைக் கவனிக்குமிடத்து "அஸ்" (ous) என்ற பின்னிலை ஆங்கிலப் பெயரிற் காணப்படுகிறது. "க்யூப்ரஸ் ஆக்ஸைட்" (Cuprous oxide) என்று அதற்குப் பெயர். அக்குறைந்த நிலையைக் காட்ட நாமும் "ச" * அல்லது "அச" என்ற பின்னிலையைச் சேர்த்து அதைத் "தாம்ரச-பிராணை" என்றழைப்போம். ஸீஸம் (காரீயம்) பிராணவாயுவுடன் ஐக்கியமாகி, பல பிராணைகளைக் கொடுக்கும். அவற்றிலொன்றிற்கு "ஸீஸ-துவி-பிராணை" (Lead-dioxide) என்று பெயர். "துவி" என்ற உபஸர்க்கம் பிராணவாயுவின் அளவைக் குறிக்கிறது. கந்தகம் பிராணவாயுவுடன் ஐக்கியமாகிக் கந்தக-துவி-பிராணையையும், கந்தக-த்ரி-பிராணையையும் கொடுக்கும். அலுமீனியமும் பிராணவாயுவுஞ் சேர்ந்து "அலுமீனிய-ஸார்த்த-பிராணை"யைக் கொடுக்கும். 'ஸார்த்த' என்பதற்கு ஒன்றரையென்று பொருள். அலுமீனிய-பிராணையில் (Al_2O_3) பிராணவாயுப் பரமாணுக்கள் அலுமீனியப் பரமாணுக்களைப்போல் ஒன்றரைப் பங்கு இருப்பதாலேயே அதற்கு அலுமீனிய-ஸார்த்த-பிராணையென்று பெயரிடப்பட்டது. அதேவிதமாக அய-ஸார்த்த-பிராணை

* ஶோ = குறைத்தல்.

யென்பது Fe_2O_3. அதை அயிக-பிராணையென்றுஞ் சொல்லலாம். திட்டமான அளவைவிடக் குறைந்த அளவுள்ள பிராணவாயுவையுடைய பொருளுக்கு "உப-பிராணை" (Suboxide) யென்று பெயரிடுவோம்.

இங்ஙனம் "அப்ஜனைகை" (Hydride), பாக்கிய ஜனைகை (Nitride), இங்காலை (Carbide), ஹரிதகை (Chloride), இரக்தகை (Bromide), பாடலகை (Iodide), காசாரை (Fluoride), பொறஜை (Boride), பாஸ்வரை (Phosphide) முதலியனவாக (இரு தனிப்பொருள் சேர்ந்த) சேர்க்கைப்பொருள்கள் பலவுள.

இன்னும், இரண்டிற்கு மேற்பட்டுத் தனிப்பொருள்கள் ஐக்கியமாவதாலுஞ் சேர்க்கைப்பொருள்களுண்டாகலாம். ஆனால் அவைகள் யாவும் தத்தமக்குரிய அமிலங்களிலிருந்து உண்டாகின்றன என்றும் நாம் கருதலாம். ஆகையால் அவற்றிற்கு அந்தந்த அமிலங்களின் பெயர்களையொட்டிப் பெயரிடலாம். அதற்கு, அமிலங்களை ஆதாரமாகக்கொள்ள, நாம் முதலில் அமிலங்களுக்குப் பெயரிடுவதைக் கவனிக்கவேண்டும்.

சில அமிலங்களில் அப்ஜனகமும் உலோகமல்லாத தனிப்பொருளும் காணப்படுகின்றன. அவ்வமிலங்களுக்குப் பெயரிடுகையில் அப்ஜ-என்ற உபஸர்க்கத்தை முதலிலமைத்துப் பின் மற்றத் தனிப்பொருளின் பெயரை இணைத்து, ஆங்கிலப் பெயருக்கொத்தவாறு "இக" என்ற பின்னிலையைச் சேர்த்துக் கடைசியில் அமிலம் என்று முடியும்படி செய்வோம்.

தமிழ்ப் பெயர்	ஆங்கிலப் பெயர்
அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலம்	Hydro-chloric acid
அப்ஜ-இரக்தகிகாமிலம்	Hydro-bromic acid
அப்ஜ-காலகிகாமிலம் *	Hydro-cyanic acid
அப்ஜ-கந்தகிகாமிலம்	Hydro-sulphuric acid.

(காலகம் = நஞ்சு: இவ்வமிலம் மிகக்கொடிய நஞ்சு)

பிராணவாயு சம்பந்தப்பட்ட அமிலங்களுமுண்டு பிராண வாயுவின் பரிமாணத்திற்குத் தகுந்தபடி அவ்வமிலங்களின் பெயர்களை அமைக்கவேண்டும். கந்தகத் திராவகத்தை, ஆங்கிலத்தில் "ஸல்பூரிக் ஆஸிட்" (Sulphuric acid) என்று சொல்லுவதற்கிணங்க நாம் அதைக் "கந்தகிகாமிலம்" (கந்தக் + இக + அமிலம்) என்போம். பிராணவாயு குறைந்த அமிலங்களை ஆங்கிலத்தில் "அஸ்" அமிலங்கள் என்பது வழக்கம். ஆகையால் "ஸல்பூரஸ் ஆஸிட்" என்ற ஆங்கிலப் பெயருக்கொத்தவாறு "கந்தசாமிலம்" அல்லது சுருக்கமாக "கந்தசாமிலம்" என்று நாம் அதைக் குறிப்போம். அதேவிதமாகப் பாஸ்வசாமிலம் என்பது ஆங்கிலத்தில் "பாஸ்வரஸ்-ஆஸிட்" (Phosphorous acid) என்பதைக் குறிக்கும்.

அமிலங்கள், க்ஷாரங்களுடன் (Bases) விகாரித்து உப்புக்களைக் கொடுக்கும். ஆகையால் உப்புக்கள் அமிலங்களிலிருந்து உண்டாகின்றனவென்று சங்கற்பித்துக் கொண்டு, அவைகளுக்கு "அமிலஜங்கள்"—(அமிலங்களிலிருந்துண்டானவை) என்று பெயரிடலாம். இவ்வாறு, கந்தகிகாமிலத்திலிருந்துண்டாகும் உப்புக்களை "கந்தகிகாமிலஜம்"—(கந்தகிக + அமிலஜம்) என்று சொல்லலாம். சுருக்கமாகக் கூறுமிடத்து ஆங்கிலத்திலுள்ள "ஸல்பேட்" (Sulphate) என்ற பதத்தைக் "கந்தகிகஜம்" என்போம். இங்கு "இக" என்பது ஆங்கிலப் பின்னிலையாகிய "ஏட்" (ate) என்பதற்குப் பதிலாக வந்தது. கந்தகமும் பிராணவாயுவுமுள்ள மற்றொரு அமிலம் 'கந்தசாமிலம்' (Sulphurous acid). அதிலிருந்துண்டாகும் உப்புக்களைக் "கந்தசஜங்கள்" என்று கூறுவோம். "ச" என்பது ஆங்கிலத்திலுள்ள "அஸ்" அமிலத்திலிருந்துண்டானதென்பதைக் குறிக்கிறது. ஆங்கிலத்தில் அவ்வுப்புக்களின் பெயர்கள் "ஐட்" (ite) என்று முடியும். சாதாரணநிலையைவிட அதிகமாகப் பிராணவாயு இருக்கும் அமிலங்களைப் "பெர் ஆஸிட்ஸ்" (Per acids) என்று ஆங்கிலத்தில்

சொல்வதற்கேற்ப நாம் அவற்றைப் "பர-அமிலங்கள்" (பர=மேலான) என்றழைப்போம். இவ்வமிலங்களிலிருந்துண்டாகும் உப்புக்களுக்குப் பெயரிடும்பொழுதும் "பர" என்பதை உபயோகிப்போம். (உ-ம்) (1) பொட்டாஸிய-பர-மாங்கனிகஜம் (Potassium permanganate); (2) பொட்டாஸிய-பர-ஹரிதகிகஜம் (Potassium perchlorate). ஆங்கிலத்தில் ஹைபோ-ஆஸிட்ஸ் (Hypo-acids) என்று கூறப்படுபவைகளை நாம் உப-அமிலங்களென்போம். அதற்கேற்றவாறு அவற்றின் உப்புக்களுக்கும் பெயரிடுவோம். (உ-ம்) உப-பாஸ்வராமிலத்திலிருந்து (Hypo-phosphorous acid) பொட்டாஸிய-உபபாஸ்வரசஜத்தை (Potassium hypophosphite) அடைகிறோம். விலக்கப்படத்தக்க அப்ஜனகமிருக்கும் உப்புக்களை ஆங்கிலத்தில் "பை-ஸால்ட்ஸ்" (Bi-salts) என்றும் "ஆஸிட்-ஸால்ட்ஸ்" (Acid salts) என்றும் சொல்லுவது வழக்கம். அவற்றை நாம் குறிக்கும் பொழுது, "அமிலோ" என்பதையாவது "அப்ஜ" என்பதையாவது உபயோகிப்போம். (உ-ம்) ஸோடிய-அமிலோ-கந்தகிகஜம் அல்லது ஸோடிய-அப்ஜ-கந்தகிகஜம் (Sodium acid sulphato or sodium hydrogen sulphate or sodium bisulphate). கந்தகஞ் சேர்ந்த சில உப்புக்களைக் குறிக்கும் "தயோ" (Thio) என்னும் பதத்திற்குப் பதிலாகக் "கந்தகோ" என்பதை நாம் உபயோகிப்போம் அதேவிதமாகப் "பைரோ" (Pyro) என்பதற்குப் பதிலாக "உஷ்ண" என்பதையும், "மெடா" (Meta) என்பதற்குப் பதிலாக "மித" என்பதையும், "ஆர்தோ" (Ortho) என்பதற்குப் பதிலாக "பூர்வ" என்பதையும் பாரா (Para) என்பதற்குப் பதிலாக "அபர" அல்லது அதி என்பதையும் ஆங்காங்கு அமைத்துப் பெயரிடுவோம் இன்னும் மேலே போகப் போக நாமகரணஞ் செய்யும் விதங்களை ஆங்காங்குச் சிரமமின்றிக் கற்றுக்கொள்வோம்

இப்புத்தகத்தின் கடைசியில் ஆங்கில மொழிகளுக்குத் தகுந்த தமிழ் மொழிகள் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. சிலவற்றிற்குப் பொருத்தமான பல மொழிபெயர்ப்புகள் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. வேண்டிய சொல்லை எடுத்துக்கொண்டு இவ்வத்தியாயத்திற் குறித்தவண்ணம் உரிய முந்நிலைகளையும் (Prefixes) பிந்நிலைகளையும் (Suffixes) * அமைத்து வேண்டிய சொற்களை உண்டு பண்ணிக்கொள்ளலாம்.

* இவ்விரண்டு சொற்களும் 'நடுநிலை' (Infix) என்பதற்கேற்ப உண்டுபண்ணப்பட்டவை.

தனிப்பொருள்களின் நாமகரண அட்டவணை

தனிப்பொருள்களின் தமிழ்ப் பெயர்கள்	குறிப்பு	ஆங்கிலப் பெயர்கள்
அஞ்சனம்	Sb	Antimony (Stibium)
அப்ஜனகம், நீரயம்	H	Hydrogen
அயம் (இரும்பு)	Fe	Iron (Ferrum)
அலஸம், மடியம்	A	Argon
அலாபிமினம்	Am	Alabamine
அலுமீனியம், ஸ்படிகம், சீனயம்	Al	Aluminium
அன்னியம்	Xe	Xenon
ஆக்டீனியம்	Ac	Actinium
ஆஸ்மியம், வாஸம், மணமியம்	Os	Osmium
இங்காலம் (கரி), கரியம்	C	Carbon
இன்டியம், நீலயம்	In	Indium
இரக்தகம், பூதியம்	Br	Bromine
இரஸம், பாதரஸம் (நீர்-வெள்ளி)	Hg	Mercury (Hydrargyrum)
இரஜதம், வெள்ளி	Ag	Silver (Argentum)
இல்லீனியம்	Il	Illinium
இரிடியம், இந்திரசாபகம், வானவில்லயம்	Ir	Iridium
எர்பியம்	Er	Erbium
ஐரோபியம்	Eu	Europium
கந்தகம்	S	Sulphur

தனிப்பொருள்களின் தமிழ்ப் பெயர்கள்	குறிப்.	ஆங்கிலப் பெயர்கள்
காசாதம், அரியம்	F	Fluorine
காட்மியம்	Cd	Cadmium
காடோலினியம்	Gd	Gadolinium
காலியம்	Ga	Gallium
கால்ஸியம், கடிகம், சுண்ணகம்	Ca	Calcium
குரோமியம், நிறமியம்	Cr	Chromium
குப்தம், மறையம்	Kr	Krypton
கொலம்பியம், நியோபியம்	Cb	Columbium, Niobium
கோபதம், பிசாசம், கேலியம்	Co	Cobalt
சாந்த்ரம், திங்களியம், மதியம்	Se	Selenium
சிலகம், மணலியம்	Si	Silicon
டாண்டாலம், வஞ்சகம்	Ta	Tantalum
(டிடிமியம்) தனிப்பொருளல்ல	Dy	Dydimium
டிஸ்ப்ரோஸியம்	Ds	Dysprosium
டெர்பியம்	Tb	Terbium
டைடேணியம்	Ti	Titanium
தலம்	Te	Tellurium
தாமிரம், தாம்ரம்	Cu	Copper (Cuprum)
தாலியம், அங்குரபலாசயம், [கதிர்பசியம்	Tl	Thallium
தூலியம்	Tm	Thulium
தோரியம்	Th	Thorium
நாகம் (துத்தநாகம்)	Zn	Zinc
நிக்கலம், வேதாளகம்	Ni	Nickel

தனிப்பொருள்களின் தமிழ்ப் பெயர்கள்	குறுக்கம்	ஆங்கிலப் பெயர்கள்
நியோடிமியம்	Nd	Neodymium
நியோபியம், கொலம்பியம்	Nb	Neobium, Columbium
நூதனம், புதியம்	Ne	Neon
நைடானம், பாய்ச்சம்	Rn	Niton, Radon, [Emanation
பலலேடியம்	Pd	Palladium
பாக்கியஜனகம், வெடியம்	N	Nitrogen
பாடலகம், ஊதாயம்	I	Iodine
பாஷாணம், உள்ளியம்	As	Arsenic
பாஸ்வரம், எரியம், ஒளியம்	P	Phosphorus
பிராணம், உயிரம் (பிராணஜ்வலம், அமிலகரம்) [பிராணவாயு	O	Oxygen
பிளாடினம், பரரஜதம்	Pt	Platinum
பிஸ்மதம், நிமிளம்	Bi	Bismuth
பெரீலியம், கோமேதம்	Be	Beryllium
பேரியம், பாரயம், பாரியம்	Ba	Barium
பொட்டாஸியம், நீறியம்	K	Potassium (Kallium)
பொலோணியம்	Po	Polonium
பொறனம், டங்கம்	B	Boron
பொஹீமியம் ?	Bo	Bohemium
ப்ரேஸோடிமியம்		Praseodymium
ப்ரோடோ ஆக்டீனியம்	Pa	Protoactinium
மாக்னீஸியம், நிலவியம்	Mg	Magnesium

தனிப்பொருள்களின் தமிழ்ப் பெயர்கள்	குறி	ஆங்கிலப் பெயர்கள்
மாங்கனஜம், மாங்கனீஸியம்	Mn	Manganese
மாலிப்டீனம், ஸுநாகம்	Mo	Molybdenum
மாஸுரியம்	Ms	Masurium
யிட்டர்பியம்	Yb	Yetterbium
யிட்ரியம்	Y	Yttrium
யுரேனியம்	U	Uranium
ரீனியம்	Re	Rhenium
ருதீனியம்	Ru	Ruthenium
ருபீடியம், சோணிதகம், (கருஞ்சிவப்பயம்)	Rb	Rubidium
ரேடானம், கதிர்மயப்பாய்ச்சம்	Rn	Radon, Radium emanation
ரேடியம், கதிர்மயம்	Ra	Radium
ரோடியம், ஓட்ரம், ரோஜாயம்	Rh	Rhodium
லாந்தானம்	La	Lanthanum
லிதியம்	Li	Lithium
லுடீஸியம்	Lu	Lutecium
வங்கம் (வெள்ளீயம்), தகரம்	Sn	Tin (Stannum)
வர்ஜீனியம்	Vi	Virginium, Ekacaesium
வனேடியம்	V	Vanadium
வுல்வ்ராம், டங்க்ஸ்டன்	W	Tungsten (Wolfram)
ஸமேரியம்	Sm	Samarium
ஸீரியம்	Ce	Cerium
ஸீஸம் (காரீயம்)	Pb	Lead (Plumbum)

தனிப்பொருள்களின் தமிழ்ப் பெயர்கள்	குறியீடு	ஆங்கிலப் பெயர்கள்
ஸீஸியம், வானநீலயம்	Cs	Caesium
ஸோடியம், ஸர்ஜிகம், ஸைந்தவம், உவரியம்	Na	Sodium (Natrium)
ஸௌரம், கதிரவம்	He	Helium
ஸ்காண்டியம்	Sc	Scandium
ஸ்ட்ரான்ஷியம்	Sr	Strontium
ஸ்வர்ணம், தங்கம்	Au	Gold (Aurum)
ஹரிதகம், பசியம்	Cl	Chlorine
ஹாப்னியம்	Hf	Hafnium
ஹால்மியம்	Ho	Holmium
ஜர்கோனியம்	Zr	Zirconium
ஜெர்மேனியம்	Ge	Germanium

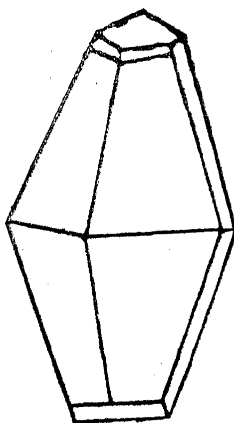
அத்தியாயம் 4



பௌதிக ரஸாயன விகாரங்கள்: கலப்புப்பொருள்களும் சேர்க்கைப்பொருள்களும்

பௌதிக விகாரங்கள் (Physical Changes)

ஒரு கந்தகக்குச்சியை உலர்ந்த துணியால் விரைவாகத் தேய்த்து, அதைச் சிறிய காகிதத்துண்டுகளண்டை கொண்டுபோ. அத்துண்டுகள் கந்தகத்தால் இழுக்கப்படும். இதனால் கந்தகம் மின்சாரிக்கப்பட்டது என்று தெரிந்துகொள்ளுவோம். சாதாரண கந்தகக்குச்சிக்கு இந்தக் குணம் கிடையாது.



உயர்தர-கந்தக-ஸ்படிக-வடிவம்

கந்தகத்தை ஒரு சோதனைக்குழாயில் எடுத்துக் கொண்டு புன்ஸன் அடுப்பில் காய்ச்சு. அது உருகுவதை

பும், சூடு ஏற ஏற ஏற்படும் வர்ண மாறுபாடுகளையும் கவனி. புன்ஸனடுப்பைவிட்டுக் குழாயை எடுத்துவிட்டு, குளிரக்குளிர ஏற்படும் மாறுபாடுகளைக் கவனி. சூடு செய்யும்பொழுது ஏற்பட்ட மாறுதல்கள் தலைகீழாக (In the reverse order) ஏற்படுவதைப் பார். நன்றாய்க் குளிர்ந்தவுடன் குழாயிலிருக்கும் கந்தகம் முன்போன்றதாகவே இருக்கும். கந்தகத்தண்டை காந்தத்தைக் கொண்டுவா. கந்தகம் இழுக்கப்படமாட்டாது. சிறிதளவு கந்தகத்தூளைச் சோதனைக் குழாயில் எடுத்துக்கொண்டு அதிற் கொஞ்சம் கரிகந்தகத் திராவகத்தை (Carbon disulphide) ஊற்றி (ஜாக்கிரதை)* குழாயை நன்றாய்க் குலுக்க, கந்தகம் கரைந்துவிடும். அந்த விலயனத்தை வடிகட்டவும். வடி திரவத்தைக் கைக்கடிகாரக் கண்ணாடியில் ஏந்திச் சற்று நேரம் வைக்கத் திரவமெல்லாம் ஆவியாக மாறும்; மஞ்சள் நிறமுள்ள, எட்டு முகமுடைய கந்தக ஸ்படிகங்கள் தங்கி நிற்கும். பூதக்கண்ணாடி கொண்டு அவைகளைக் கவனி. சரியானபடி உண்டாக்கப்படும்பொழுது ஒவ்வொரு ஸ்படிகத்தின் உருவமும் 81-வது பக்கத்திலுள்ள படத்தில் தனியே வரைந்து காட்டியிருப்பதுபோல் இருக்கும்.

மறுபடியும் கந்தகத்தைச் சோதனைக் குழாயிலெடுத்து, கொஞ்சம் உப்புத் திராவகத்தை (அப்ஜஹரிதகிகாமிலத்தை—Hydrochloric acid) வார்க்கவும். மாறுபாடு ஏதாவது ஏற்படுகிறதா என்று கவனி. ஏதாவது ஒரு வாயு கிளம்புகிறதா, அதற்கு வாசனை இருக்கிறதா என்றும் கவனி. மாறுபாடு ஒன்றும் ஏற்படாது.

* கரிகந்தகத் திராவகம் வெகு எளிதில் பற்றி எரியுங் குணமுள்ளதாதலால், எரியும் அடுப்பண்டை அதைக்கொண்டு ஒரு சோதனையும் செய்யக்கூடாது. அதையுபயோகிக்குங்கால், அதன் பக்கத்தில் எரியுமடுப்பு ஒன்றுமிருக்கக்கூடாது.

மேற்கூறிய சோதனைகளிலிருந்து கந்தகத்தின் குணங்களைக் குறித்துப்பார். கந்தகத்திற்கு என்று ஏற்பட்ட சில குணங்கள் உண்டு. அவைகள் கந்தகத்தின் ஸ்வபாவ அல்லது சிறப்புக் குணங்கள் (Characteristic properties). சில சமயங்களில் கந்தகத்தின் சில குணங்கள் மாறுபட்டாலும், கந்தகத்தன்மை மாறுபடாது. அப்படிப்பட்ட குணங்களுக்கு அஸ்வபாவ (Non-characteristic) குணங்கள் என்று பெயர்.

இவ்விதமே, இரும்பின் குணங்களைச் சற்று கவனிப்போம். ஒரு காகிதத்துண்டின்மேல் கொஞ்சம் இரும்புப் பொடியைத்தூவி, அதன்மேல் காந்தத்துண்டை இடு. இரும்புத் துணுக்குக்கள் கொத்துக் கொத்தாகக் காந்த நுனியில் ஒட்டிக்கொள்ளும். இரும்புப் பொடியைக் காய்ச்சிப்பார். சாதாரணமாக அது உருகாது. முன் போல் பரீக்ஷித்துப் பார்த்தால், இரும்பு கரிகந்தகத் திராவகத்தில் கரையாது என்பதைத் தெரிந்துகொள்ளலாம். இரும்புப்பொடியை ஒரு சோதனைக் குழாயில் எடுத்துக் கொண்டு அதன்மேல் கொஞ்சம் நீர் சேர்த்த உப்புத் திராவகத்தை வார். உடனே சோதனைக்குழாய்க்குள் ஒருவித நுரைத்தலுண்டாகும். ஒரு வாயு வெளிக்கிளம்பும். குழாயின் வாய்க்குச் சமீபத்தில் ஒரு எரி கொள்ளியைக் கொண்டுவா. "டப்" என்ற சப்தத்துடன், வெளிவரும் வாயு தீப்பற்றி எரியும். வெளிவரும் வாயுவுக்கு ஏதேனும் மணம் இருக்கிறதா என்று கவனி. இரும்பு சுத்தமாயிருப்பின், அநேகமாக ஒருவித மணத்தையும் உணரமுடியாது.

நிறத்தையும், காந்தத்தால் இழுக்கப்படுகிறதா என்பதையும், கரிகந்தகத்திராவகத்திற் கரைகிறதா என்பதையும், உப்புத் திராவகத்தினுலுண்டாகும் விளைவையும் (Product), புதிதாயுண்டாகும் பொருளின் வாசனை முதலிய குணங்களையும் இரும்பு சம்பந்தப்பட்டமட்டிற் குறித்துக் கந்தகத்தின் குணங்களோடு ஒப்பிட்டுப்பார்.

மேலும், இரும்புப் பொடியையும், கந்தகத்தையும் நன்றாய் ஒன்றுசேர்த்துக் கலந்து, முன் சொன்ன முறைப்படி பரீக்ஷித்துப் பார்க்கவும். இக்கலவையின் குணங்களில், சில குணங்கள் இரும்பினது குணங்களென்றும், மற்றவை கந்தகத்திற்குரியவை என்றும் அறியலாம். காந்தம், கலவையிலுள்ள இரும்புத்தூளுக்குகளை இழுக்கும். கந்தகம் மாத்திரமே கரிகந்தகத் திராவகத்திற் கரையும். வடிகட்டி அதைப் பிரித்துவிடலாம். உப்புத் திராவகத்துடன் சம்பந்தப்படும்பொழுது, எரியக்கூடிய ஒருவித வாயு வெளிவரும். இரும்பும் கந்தகமும் சேர்ந்த இக் கலவையை எரித்துப் பின்னால் சோதித்தால் என்ன ஏற்படுமென்பதை சற்றுப்பொறுத்துக் கவனிப்போம். கந்தகத்தை நிதானமாகச் சூடு செய்த சமயத்தில் ஏற்பட்ட குணபேதங்கள் நிலவரமாய் ஏற்பட்டவைகளல்ல என்பதைக் கவனித்தோமல்லவா? பழைய குணங்கள் திரும்பித் தோன்றின. அவ்விதமான மாறுபாட்டிற்கே பௌதிக விகாரமென்று பெயர்.

இன்னும் சில உதாரணங்களைக் கவனிப்போம்:— கொஞ்சம் தண்ணீரை எடுத்துக் காய்ச்சினால், அது கொதித்து நீராவியாக மாறிவிடுகிறது. அதைக் குளிரச் செய்தால், முதலில் தண்ணீராகவும், பின்பு இன்னுமதிகமாகக் குளிர்விக்கப் பனிக்கட்டியாகவும் மாறிவிடுகிறது. வாயு ரூபமுள்ள நீராவியைக் குளிரச் செய்தாலும், திட ரூபமுள்ள பனிக்கட்டியைச் சூடுசெய்தாலும் முன்னெடுத்துக்கொண்ட திரவரூபமுள்ள தண்ணீர் வந்துவிடும். நிலை மாறுதல் ஏற்பட்டபோதிலும், பொருளின் ரஸாயனத்திற்குரிய குணங்களில் மாறுதல் ஏற்படவில்லை. ஆகையால் ஒரே பொருள் எந்த ஸ்திதியிலிருந்தபோதிலும், அதை ஒரே ரஸாயனப் பெயர்கொண்டே அழைப்போம். சில சமயங்களில் அதன் ஸ்திதியை விளக்கிக்காட்டும் பொருட்டு அவசியமான உரிச்சொற்களையும் சேர்த்து உபயோகிப்போம். உதாரணம், திரவ-பிராணவாயு (Liquid

Oxygen); திரவ-காற்று (Liquid Air); உருகிய இரஜத-ஹரிதகை (Molten Silver chloride). மேலும் சில வஸ்துக்களின் கன அளவு உஷ்ண பேதத்தால் அதிகமாகலாம் அல்லது குறையலாம். அதனுடைய ஸூக்ஷ்மக்ஷேத்ரகுணம் (Texture) மாறலாம். உதாரணம்:—துளைகள் பொருந்தியதும், பொரிந்ததுமான ஒரு வெண்காரத்துண்டை ஒரு மூசையில் காய்ச்சினால், அது பளிங்குபோன்ற இறுகிய துண்டாக மாறிவிடும். சில பண்டங்களின் காந்த குணங்களும் சமயத்திற்குத் தகுந்தபடி மாறலாம். சாதாரண இரும்புத்துண்டிற்குக் காந்தக்கவர்ச்சி கிடையாது. ஆனால், அது ஒரு காந்தத்துண்டுடன் ஒட்டியிருக்கும்பொழுது, அந்நிலையிலுள்ள இரும்புத் துண்டிற்கு மற்ற இரும்புத் துண்டுகளை இழுக்கும் சக்தி உண்டு. ஆனால் காந்தத்தை விட்டு அது எடுபட்டவுடன், அதனிடமிருந்த சக்தி போய்விடும்.

ஒரு பிளாடினக் கம்பியைப் புன்ஸென் அடுப்பில் காய்ச்சு. அது வெண்ணிற ஒளியுடன் ஜ்வலிக்கும். அடுப்பினின்றும் அதை எடுத்துவிடு. உடனே, பிரகாசம் மாற, முன்போல ஆகிவிடும்.

மேலே கூறப்பட்ட உதாரணங்களிலிருந்து "பௌதிக விகாரம் என்றால் என்ன?" என்பதைத் தெரிந்து கொள்ளலாம். புதிதான வேறு பொருள் உண்டாகாமல் ஏற்படும் குணபேதங்களுக்குப் 'பௌதிக விகாரங்கள்' என்று பெயர்.[1]

ரஸாயன விகாரங்கள்—(Chemical Changes)

இரும்புத்துரு இரும்பு அல்ல. அதன் குணங்கள் வேறுபட்டவை. தனிப்பொருள்களோ, அல்லது, சேர்ந்

[1] A physical change involves an alteration in the properties of a substance without the formation of a new substance.

கைப் பொருள்களோ இவைகளில் ஒவ்வொன்றிற்கும் அததற்கென ஏற்பட்ட குணங்களுண்டு. மற்றவைகளுக்கு இல்லாத அதனுடைய சுயத்தன்மையாயுள்ள குணங்களே ஒரு பொருளைச் சுட்டிக் காண்பிக்கின்றன. மாக்னீஸியத் (Magnesium) துண்டை எரித்தபொழுது மாக்னீஸிய பிராணை என்ற ஒரு வெள்ளைப் பொடி உண்டானதென்பதை முன்பே கவனித்தோம். இரஸசிந்தூரத்தை ஒரு பரீக்ஷைக் குழாயிற் காய்ச்சு. நிறம் மாறுகிறதைக் கவனி. ஒரு கொள்ளிக் குச்சியைக் குழாய்க்குள் நுழைத்துப் பார். குபீர் என்று தீப்பற்றி எரிவதைக் கவனி. குழாயினடியில் பாதரஸத் துளிகள் இருப்பதையும் பார். எடுத்துக்கொண்ட வஸ்துக்களைச் சூடு செய்ய, அவைகளின் குணங்களுக்கு மாறுபட்ட குணங்களையுடைய புதிய வஸ்துக்கள் உண்டாகின்றன. ஒரு வஸ்து மாறு குணங்களை அடைந்து, வேறு வஸ்துவாக மாறும்பொழுது ரஸாயன விகாரம் ஏற்படுகிறது என்று சொல்லுகிறோம்.[1] இன்னொரு உதாரணத்தை எடுத்துக்கொள்வோம்: இரும்புத் தூளையும் கந்தகத்தையும் நன்றாய்க் கல. அப்படிச் செய்வதால் அவைகளின் குணம் மாறுபடுமா? ஒரு காந்தத் துண்டைக் கலக்கப்பட்ட பொருளில் அழுத்தவும். இரும்புத் துண்டுகளெல்லாம் காந்தத்தில் ஒட்டிக்கொண்டுவிடும். கலந்தபிறகு அதைக் கொளுத்திவிடு. அது எரிந்தபிறகு மீதியிருக்கும் பொருளைக் கவனித்துப் பார். அது கருப்பாக இருக்கும். காந்தத்தை அதனிடம் காண்பித்தால், காந்தத்தில் ஒன்றும் ஒட்டிக்கொள்ளாது. அது கரிகந்தகத் திராவகத்திற் கரையாது. அதன்மேல் உப்புத் திராவகத்தை வார். உடனே ஒரு துர்நாற்றமுள்ள வாயு வெளிக்கிளம்பும். ஏன்? எரிந்தபிறகு, கலவையின் குணங்கள் முழுவதும் மாறிவிட்டன. புது குணங்கள் ஏற்பட்டுவிட்டன. ஆகை

[1] In a chemical change we notice the formation of a fresh substance (or substances) with different specific properties from the original substance.

பால் இரும்பையும் கந்தகத்தையும் சேர்த்துக் காய்ச்சினால் ரஸாயன விகாரமேற்படுகிறது என்று சொல்லுகிறோம்.

ஆனால், சில சந்தர்ப்பங்களில் பௌதிக விகாரம் ஏற்பட்டதா அல்லது ரஸாயன விகாரம் ஏற்பட்டதா என்று நிச்சயமாகச் சொல்லமுடியாது. உஷ்ணபேதத்தால் ஏற்படும் மூன்று ஸ்திதிகளிலும் தண்ணீர், வெவ்வேறு அணுக்கூட்டங்கள் (Molecular aggregation) கொண்டதாய் இருக்கிறது. இம்மாறுபாடுகளின் விக்கியாசங்களின் விசேஷத்தை ரஸாயனத்தில் தேர்ச்சியடைந்த பிறகே நன்கு உணரலாம். சாஸ்திரங்களின் மூலதத்துவங்களை முதலில் அறிவது மிகவும் சிரமம். 'இயற்கை முறையில் முதற்கணிற்பது அறிவு முறையிற் கடைக்கண் ஒளிரும்' என்றார் ஒரு மேனாட்டாசிரியர்.[1]

ரஸாயன மாறுபாட்டைப் பாதிக்கும் நிலைமைகள்:—

(1) பொருள்கள் ஒன்றோடொன்று நன்றாய்ப் பிணைக்கப்படுமேயானால் ரஸாயன மாறுபாடு எளிதில் ஏற்படும். நன்றாய்ப் பொடியாக்கிய வஸ்துக்களும் திரவரூபமாக இருக்கும் வஸ்துக்களும் ஒன்றோடொன்று சுலபமாகக் கலந்துகொள்ளுவதால் ரஸாயன விகாரம் சீக்கிரம் ஏற்படும். உதாரணம்:—பொட்டாஸிய பாடலைக (Potassium Iodide) கட்டிகளையும், இரசிக ஹரிதகையையும் (Mercuric Chloride) கலந்தால், மாறுபாடு ஒன்றும் புலப்படாது. ஆனால் இவ்விரண்டு வஸ்துக்களையும் கல்வத்திலிட்டு அரைக்க நிறமாறுதலேற்படுவதைக் கவனி. சிவப்பு நிறமுள்ள ஒரு புதிய பொருள் உண்டாயிருக்கிறது. (இரசிக பாடலகையின்—Mercuric Iodide—நிறம் சிவப்பு.) நன்றாய்ப் பொடிசெய்யப்பட்ட இரும்பு கந்தகக் கலவையைச் சூடுசெய்யப்பட்ட ஒரு கண்ணாடிக் கோலால் தொடவும். கலவை உடனே பற்றி எரிய, அயச

[1] 'That which is first in the order of Nature is the last in the order of knowledge.'

கந்தகை உண்டாகும். பொருள்கள் தண்ணீரில் கரைக்கப்பட்டு, பின்னால் கலக்கப்பட்டால் வெகு சுலபமாக ரஸாயன மாறுபாடு ஏற்படுவதைக் கவனிக்கப் பின்வரும் சோதனைகளைச் செய்து பார்க்கவும் :—

முன்போல், பொட்டாஸிய பாடலைை விலயனத்தை இரசிக ஹரிதகை விலயனத்துடன் சேர்க்க, சிவப்பு நிறமுள்ள இரசிக பாடலைை உண்டாகிக் கீழ் விழுவதைக் கவனி. அதேமாதிரி ஸீஸபாக்கிய மிகஜ விலயனத்தையும் (Lead nitrate) பொட்டாஸிய பாடலைை விலயனத்தையும் கலந்தால், மஞ்சள் நிறமுள்ள ஸீஸ பாடலைை (lead iodide) உண்டாகிக் கீழ் விழுவதைப் பார். பேதியாகும் பொருட்டு நாம் சில சமயங்களில் "ஸெட்லிட்ஸ் உப்பை" சாப்பிடுகிறோம். அதில் ஸோடா உப்பும் கிஞ்சிகாமிலமும் (Tartaric acid) முக்கிய சரக்குகள். அவைகளைத் திடரூபமாயிருக்கும் சமயத்தில் ஒன்று சேர்த்தால் விகாரமேற்படாது. அவைகளிரண்டையும் தூண்டு தூண்டாகக் கரைத்து ஒன்றாய்ச் சேர்த்தால் ஒருவித வாயு உண்டாகிப் பொங்குவதைப் பார்க்கலாம். இதிலிருந்து நாம் தெரிந்து கொள்வது என்னவென்றால் : 'திடஸ்திதியில், அணுக்கள் ஒன்றோடொன்று சேர்ந்து விகாரிப்பதற்கு அவ்வளவு இடமில்லை. விலயனத்தில் அவைகள் நன்றாய் ஒன்று சேரக்கூடுமாதலால் ரஸாயன விகாரம் உடனே ஏற்படுகிறது' என்பதாம்.

(2) சூடு செய்வதால் ரஸாயன விகாரம் சீக்கிரம் ஏற்படும். கந்தகத்தை ஒரு சோதனைக் குழாயில் எடுத்துச் சூடு செய். பின்பு தாமிரத்துண்டுகளை அதற்குள் எறி. இரண்டும் ஒன்று சேரத் தாம்ரிக கந்தகை (Cupric Sulphide) உண்டாகும். அச்சமயத்தில் குழாயினுள் ஒருவித ஜோதி ஏற்படும்.

(3) சில சமயங்களில் ஒளியும் ரஸாயன விகாரத்திற்குச் சாதகமாயிருக்கிறது. இரஜத பாக்கிய மிகஜ விலய

னத்துடன் (Silver Nitrate Solution), சாதாரண உப்பு விலயனத்தைச் சேர்க்க, உடனே வெளுப்பு நிறமான இரஜதஹரிதகை (Silver Chloride) அவபதிப்பதைக் காணலாம். அடியில் தங்கிய தயிர்போன்ற பொருளை வடிகட்டி யெடுத்து, வடிதாளைப் பிரித்து, அதை வெளிச்சத்தில் சற்றுநேரம் வைக்க, வெண்மை நிறம் சற்று நீலமாக மாறுவதைக் காணலாம். இது ஒரு ரஸாயன விகாரமே.

(4) மின்சாரம், ரஸாயன விகாரத்திற்கு ஒரு பெரிய சாதகம். தண்ணீரில் மின்சாரம் செல்லும்படி, அதற்குள் மின்சார ஆசயத்தில் (Battery) இணைக்கப்பட்ட இரு கம்பிகளையும் தோய்த்தால், ஒவ்வொரு கம்பியின் நுனியினின்றும் குமிழிகள் கிளம்பும். அவைகளைச் சோதனை செய்து பார்த்தால், ஒன்று பிராணவாயுவென்றும் மற்றொன்று அப்ஜனகமென்றும் தெரியவரும். தண்ணீரை இங்ஙனம் இரண்டு தனிப்பொருள்களாகப் பிரிக்கலாம்.

(5) யோக வாஹிகள் அல்லது ஸ்பர்ச கர்த்தாக்கள் (Catalytic agents) ரஸாயன விகாரங்களை வெகு சுலபமாக நிகழச்செய்கின்றன. 'கிப்' யந்திரத்திலிருந்து (Kipp's apparatus) ஒரு நுனிக்குழாய் வழியாய் அப்ஜனக வாயுவை வெளியேறும்படி செய். நுனிக்கு மேல் ஒரு குழாயில் அமைக்கப்பட்டுள்ள பிளாடினம் ஊட்டிய கல்நாரைக் (Platinized asbestos) கொண்டுவா. அதன் மேல், அப்ஜனகம் தாக்கத்தாக்க, கல்நார் கனல் போல் சிவப்பதைக் கவனி. சற்று நேரத்திற்கெல்லாம் அப்ஜனகம் பற்றி எரியும். பிளாடினம் இங்கு ஸ்பர்ச கர்த்தா.

கலப்புப்பொருள்களும் சேர்க்கைப்பொருள்களும் (Mixtures and Compounds)

I. மணலையும் உப்பையும் எடுத்துக் கலுவத்திலிட்டு நன்றாய் அரைப்போம். எவ்வளவு நன்றாக ஒன்றுசேர்த்து அரைக்கப்பட்டபோதிலும் மணலையும் உப்பையும் தனித்

தனியே சாதாரணமாகவே காணலாம். அப்படிக் காண முடியாத சமயத்தில், ஒரு பூதக்கண்ணாடி கொண்டோ அல்லது சூக்ஷ்மதரிசினி (Microscope) கொண்டோ அவைகளை வெவ்வேறாகக் காணலாம். நம் பார்வைக்கு, பால், இரத்தம், இவைகளுள் ஒவ்வொன்றும் ஒரே பொருள்போல் காணப்படுகின்றது. அவைகளைச் சூக்ஷ்மதரிசினியில் வைத்துப் பார்த்தால் அவைகளிலுள்ள பல பொருள்கள் காணப்படும். முன்னே குறிப்பிட்ட இரும்பு-கந்தகக் கலவையைப் பரிசோதித்துப் பார்த்தால் கந்தகத் துணுக்குக்களையும் இரும்புப் பொடியையும் தனித்தனியே பார்க்கலாம். கலவையைச் சூடு செய்த பிறகு உண்டான சேர்க்கைப்பொருள் சூக்ஷ்மதரிசினி கொண்டு பார்க்கினும் ஒரே மாதிரியாகக் காணப்படும். வெவ்வேறு பொருள்கள் காணப்படா.

ஆகையால் சேர்க்கைப்பொருள்கள் ஒரே இயல்புள்ளவை (Homogeneous) என்றும், கலப்புப்பொருள்கள் வேற்றியல்புள்ளவை (Heterogeneous) என்றும் தெரிந்து கொள்ளுகிறோம். ஒரே விதமான சங்கலனமும் குணங்களும் பொருளின் ஒவ்வொரு பாகத்திலும் அமைந்திருந்தால், அந்தப் பொருள் ஒரே இயல்புள்ளது என்று சொல்லுவோம். எல்லா ரசாயன சேர்க்கைப்பொருள்களும் அவ்வினத்தைச் சேர்ந்தவை. ஆனால், இவ்வினத்தைச் சேர்ந்த எல்லா வஸ்துக்களும் ரசாயன-சேர்க்கைப் பொருள்களாக மாட்டா. உதாரணம்:—காற்று ஒரே இயல்புள்ளதாகத் தோன்றினாலும் அது கலப்புப் பொருளே. சர்க்கரை கரைந்த விலயனமும் சேர்க்கைப் பொருள் அல்ல.

II. இவ்விரண்டு வகுப்புக்களுக்குமுள்ள முக்கியமான வித்தியாசம் என்னவெனில் அவைகளின் [illegible] சங்கலனமே. மண்ணையும் சர்க்கரையையும் எந்த அளவிலும் சேர்த்து ஒரு கலப்பாக ஆக்கலாம். அதேமாதிரி இரும்புப்பொடியையும் கந்தகத்தூளையும் சேர்க்கலாம்.

ஆனால் இவ்விரண்டும் ஒன்றுசேர்ந்து அயசகந்தகை (Ferrous Sulphide) யாகும் சமயத்தில் இவை, ஒரு கணக்குடனேதான் சேரும். 55·84 எடையுள்ள இரும்பு 32·07 எடையுள்ள கந்தகத்துடனேதான் ஒன்றுசேரும். அவைகள் சேரும்பொழுது மேற்கண்ட அளவில்தான் சேருமேயொழிய வேறு எந்த அளவிலும் சேராது. நாம் முன்னமேயே "நித்தியதாரதர நியாயம்" (Law of Constant Proportion) என்னும் விதியை ஆராய்ச்சி செய்தபொழுது இங்ஙனம் சேருவதே பொருள்களின் குணம் என்று அறிந்திருக்கிறோம். இவ்விதி கொண்டே புன்ஸன் என்பவர் காற்று ஒரு கலப்புப் பொருளே என்ற தீர்மானத்திற்கு வந்தார். ஏனென்றால், காற்றிலுள்ள பிராணவாயுவின் அளவு, இடத்திற்குத் தகுந்தபடி 100-ல் 20·97-லிருந்து 20:84 வரை அளவுள்ளதாக இருப்பதைக் கண்டார். பல விதங்களிலுண்டாக்கப்பட்ட ஒரு வஸ்துவின் பிரமாணம் மாறுபட்டிருக்குமேயானால் அது 'சேர்க்கைப்பொருளல்ல, கலப்புப்பொருளே' என்று நாம் தீர்மானிக்கவேண்டும். ஆகையால், சேர்க்கைப்பொருளிலுள்ள தனிப்பொருள்கள் திட்டமான அளவுப்படியே சேர்ந்திருக்கும். கலவையிலுள்ள பொருள்கள் எந்த அளவிலும் சேர்ந்திருக்கும்.

III. கலவைப்பொருளின் குணங்கள் கலக்கப்பட்ட பொருள்களின் குணங்களுக்கு ஒத்திருக்கும். உதாரணம்:—இரும்பு-கந்தகக் கலப்பின் நிறமென்ன? இரும்பின் நிறத்திற்கும் கந்தகத்தின் நிறத்திற்கும் இடையானநிலையிலுள்ளது. கந்தகத்தினளவு அதிகமாக இருந்தால் மஞ்சள் மேலாடி நிற்கும். இரும்பு அதிகமாயிருக்குமேயாகில் சாம்பல் நிறம் மேலாடி நிற்கும். ஒரு காந்தத்துண்டின் உதவிகொண்டு கலப்பிலுள்ள இரும்புத் துணுக்குகளையெல்லாம் அநேகமாய்ப் பிரித்து எடுத்துவிடலாம். அல்லது கரிகந்தகத் திராவகத்தைக்கொண்டு கந்தகத்தைப் பிரித்துவிடலாம். கலவையிலுள்ள வஸ்துக்களை எளிதில், கைச்சாதனங்களைக்கொண்டு (Mechanical processes)

பிரிக்கலாம். சேர்க்கைப்பொருள்களினின்று பொருள்களை எளிதிற் பிரிக்கமுடியாது. எளிதிற் பிரிக்கும்படியான சாதனங்கள் :—

(1) காந்தத்தைக்கொண்டு பிரித்தல்.

(2) துணுக்குக்கள் பெரியனவாயிருக்கும்போது கையாலேயே பொறுக்குதல்.

(3) வேகத்தை வேண்டியபடி மாற்றித் தண்ணீரால் அலசித் தெளியவைத்தல்.

(4) உரிய திரவங்களைக்கொண்டு பொருள்களைக் கரைக்க விட்டு அரித்து எடுத்தல். வெவ்வேறு இனவெடை கொண்ட திரவங்களை உபயோகப்படுத்தினால் கலவையி லுள்ள வெவ்வேறு பொருள்களும் அதனதன் இனவெடைக்குத் தகுந்தபடி அமுங்கவோ மிதக்கவோ செய்யும்.

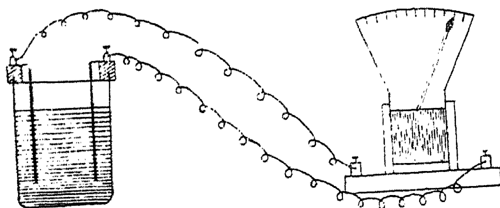
(5) பின்னப்படிகீகரணமுறையால் (Fractional Crystallization) பிரித்தல். கரைப்பவைகளில் ஒரு திரவமானது பல வஸ்துக்களைப் பல அளவில் ஒன்றுக்கொன்று ஒத்ததாகக் கரைத்துக்கொள்ளும். அப்படிப்பட்ட விலயனத்தை வேண்டிய அளவு வற்றவைத்தோ, குளிரச்செய்தோ நிற்கவைத்தால் கரைந்த வஸ்துக்களைப் பிரிக்கலாம்.

(6) காய்ச்சி வடித்து (Distillation) கலவையின் வஸ்துக்களைப் பிரித்தல். உப்புக் கரைந்த விலயனத்தை வேண்டிய கருவிகளைக்கொண்டு காய்ச்சி வடித்தால், தண்ணீர் கிராஹணி பாத்திரத்தில் வந்து தங்கும். வடித்தல்-கூஜாவில் உப்பு தங்கிவிடும். சிலசமயங்களிற் பின்னக் காய்ச்சி வடிமுறையினால் (Fractional distillation) பல திரவங்கள் சேர்ந்த கலப்பினின்று அவைகளைத் தனித் தனியே பிரித்துவிடலாம்.

வற்றவைத்தல், உறையவைத்தல், உருக்கிப் பிரித்தல், வியாபிக்கச்செய்தல், பதங்கமிடுதல், இவைகள், கலவையி லிருந்து பொருள்களைப் பிரிப்பதற்குரிய மற்ற முறைகள்.

IV. கலவையின் குணங்கள் கலக்கப்பட்ட பொருள்களின் குணங்களின் கூட்டுக்கு ஒத்திருக்கும். வெள்ளையும் கறுப்பும் சேர்ந்தால் சாம்பல் நிறமாகும். ஆனால் பளிச்சென்றிருக்கும் வெளுத்த ஸோடியமும் (Sodium) பச்சை மேலிட்ட மஞ்சள் நிறமுள்ள ஹரிதகமும் Chlorine) சேர்ந்த சாதாரண உப்பை நிறமற்றது என்றே சொல்லவேண்டும். ஆகையால் கலவைப்பொருள் அதிலுள்ள கலக்கப்பட்ட பொருள்களின் குணங்களை ஒட்டியே நிற்கிறது. சேர்க்கைப்பொருளின் குணங்களோ அதற்குரியவையே. பொருள்கள் ஒன்றுபட்டுச் சேர்க்கைப் பொருளாகும்பொழுது, அவையவைகளின் ஸ்வபாவ குணங்களை அநேகமாய் முற்றிலும் இழந்துவிடுகின்றன.

V. சூடான உருகிய கந்தகத்தில் தாமிரத் துணுக்குக்களைப் போட்டால் இரண்டும் ஒளிவிட்டுச் சேருகின்றன என்பதை முன்னாலேயே கவனித்தோம். அதேவிதமாக நாகமும் கந்தகமும் சேரும்பொழுது ஒளியுண்டாவதுடன் அதிக உஷ்ணமும் ஏற்படும்.



மின்சார தரிசினி

ரஸாயன விகாரமும் மின்சார உற்பத்தியும்

படம் 33

VI. படத்திற் காட்டியபடி ஒரு பாத்திரத்தில் நீர் சேர்ந்த கந்தகத் திராவகத்தில் ஒரு பிளாடினக் கம்பியையும் நாகத்தகட்டையும் அமுக்கி, ஒரு செப்புக்கம்பிகொண்டு

மின்சார தரிசினியுடன் (Galvanoscope) பிணைத்துப்பார். தரிசினியில் முள் ஆடுவது மின்சார ஓட்டம் ஏற்பட்டிருக்கிறதென்பதைக் காண்பிக்கிறது. ஆகையால் உஷ்ணம், ஒளி, மின்சாரம் இம்மூன்றும் ரஸாயன விகார சமயங்களில் உண்டாகின்றன என்று நன்கு வெளிப்படுகிறது. கலவை செய்யும்பொழுது, இவைகளிலொன்றையும் சாதாரணமாகக் காணமுடியாது.

உலோகங்களும் உலோகமல்லாத தனிப்பொருள்களும்

(Metals and Non-metals)

அநேகப் பொருள்களையோ விஷயங்களையோ மனிதன் உபயோகிக்க நேரிடும்பொழுது, அவன் அவைகளை வகை வகையாகப் பிரித்து எளிதில் தெரியும்படி செய்து வைத்துக்கொள்ளுகிறான். ஒரு பழக்கடையையோ, பலசரக்குக் கடையையோ, சந்தையையோ போய்ப்பார்த்தால், வகை வகையாய்ப் பிரித்து இனம் வாரியாகப் பண்டங்கள் கூறு கட்டப்பட்டிருப்பதை நாம் பார்க்கிறோம். புகை வண்டித் தொடரிலிணைக்கப்பட்டிருக்கும் தபால் வண்டியில் என்ன நடக்கிறது என்று கவனித்தால் ஊர் வாரியாகக் கடிதங்களைப் பிரிப்பதைக் காணலாம். அதேமாதிரியாக, பல தனிப்பொருள்களைக் கண்டுபிடித்தவுடன், அவைகளையும் வகை வகையாகக் கூறு கட்ட முயன்றனர். முதன் முதலில் அவைகளை (1) உலோகங்கள், (2) உலோகமல்லாதவைகள் என இரு ஜாதிகளாகப் பிரித்தார்கள். மற்ற பிரிவினைகளைப்போலவே, இப் பிரிவினையும் முற்றிலும் சரியானது என்று சொல்லமுடியாது. இதிலும் சில பிழைகள் இருக்கின்றன. சில உலோகங்களின் குணங்கள் உலோகமல்லாதவைகளின் குணங்களை ஒத்திருக்கின்றன. இருந்தாலும் அவ்விரு வகுப்புக்களின் முக்கிய வித்தியாசங்களைக் கவனிப்போம்.

உலோகங்கள்	உலோகமல்லாதவைகள் (அலோகங்கள்)
1. உலோகங்களுக்குக் காந்தி உண்டு. அவைகளுக்கு நன்றாய் மெருகேற்றலாம். மெருகிட்ட புறத்திலிருந்து அவைகள் வெளிச்சத்தைப் பிரதிபலிக்கும்.	உலோக மல்லாதவைகள் மங்கலாக இருக்கும். அநேகமாக வெளிச்சத்தைப் பிரதிபலிக்கமாட்டா.
2. உலோகங்களெல்லாம் (பாதரஸத்தைத்தவிர) திடஸ்திதியிலேயே இருக்கின்றன. உதாரணம்:—தங்கம், வெள்ளி, தாமிரம்.	இவைகள் மூன்று ஸ்திதிகளிலும் தோன்றுகின்றன. (உ-ம்) கந்தகம், இரத்தகம், ஹரிதகம்.
3. இவைகளின் தாரதரத் திண்மை சாதாரணமாய் அதிகமாகவே இருக்கும். தூக்கிப் பார்த்தால் கனமாயிருக்கும். (உ-ம்) இரும்பு, இரஸம், தங்கம்.	சாதாரணமாக இவைகள் இலேசாகவே இருக்கும். (உ-ம்) கரி, கந்தகம்.
4. இவற்றின் வழியே சூடும், மின்சாரமும் எளிதிற் செல்லும். அதாவது சூட்டுக்கும் மின்சார ஓட்டத்துக்கும் இவைகள் அனுகூல வாஹிகள்—அல்லது சாரணிகள் (Conductors). ஆகையால் இவை நல்ல அனற்கடத்திகள், மின்சாரக் கடத்திகள்.	இவைகள் சூடு செல்லுவதற்கும், மின்சாரம் செல்லுவதற்கும் அற்ப வாஹிகளாகவே இருக்கின்றன (Bad conductors). இவை கெட்ட கடத்திகள் அல்லது தாமதக் கடத்திகள்.
5. இவைகளிடத்தில் தந்தீகரணம் (Ductility), விஸ்தாரித்வம் (Malleability) என்ற இரண்டு தன்மைகளும் உள்ளன. அதாவது இவைகளை மெல்லிய கம்பிகளாக இழுக்கலாம்; மிகவும் இலேசான தகடுகளாக அடிக்கலாம். 0·0000004 அங்குல இலேசான அளவில் தங்கத் தகடுகள் இருக்கின்றன.	இவைகள் உடையுந்தன்மை பொருந்தியவை. இவைகளை அடித்தால் சுக்குத்தூளாகிப் பொடியாய்விடும்.

உலோகங்கள்	உலோகமல்லாதவைகள் (அலோகங்கள்)
6. இவை பிராண வாயுவுடன் சேர்ந்து காரச்சாரக்குக்களைக் கொடுக்கின்றன. (உ-ம்) ஸோடிய பிராணை (Sodium oxide). இதைத் தண்ணீரிற் கரைத்தால் கடுங்கார விலயனமுண்டாகிறது.	இவைகள் பிராண வாயுவுடன் கலந்து அமில சத்துகளாக ஆகின்றன. இவைகளைத் தண்ணீரிற் கரைக்க, அமிலங்களுண்டாகின்றன. பாஸ்வரத்தை எரித்துத் தண்ணீரிற் கரைக்க, பாஸ்வரிகாமிலமுண்டாகிறது.
7. அநேகமாய் இவைகள் அமிலங்களிற் கரைந்து, அப்ஜனக வாயுவையும் வெளிப்படுத்துகின்றன.	அநேகமாய், அமிலங்களில் இவைகள் கரைகிறதில்லை.
8. சாதாரணமாக அப்ஜனகத்துடன் ஐக்கியமாகிறதில்லை. ஒருவேளை சேரினும் ஏற்பட்ட அப்ஜனகை, திடஸ்திதியிலிருப்பதுமல்லாமல், நிலையற்ற தன்மையுள்ளதாகவுமிருக்கும்.	நிலையுள்ள அப்ஜனகைகளுண்டாகும். அநேகமாய் அவைகள் வாயுஸ்திதியிலேதானிருக்கும்.
9. அதிக உஷ்ண நிலையில் உருகும். வெகு அதிக உஷ்ண நிலையில்கூட வாயுவாக மாறுவது சிரமம். (உ-ம்.) அந்தந்த உலோகத்துக்கு நேராக அது அது உருகும் நிலை காண்பிக்கப்பட்டிருக்கிறது: Ca = 780°, Sr = 800°, Ba = 850°, Cu = 1082°, Ag = 920°, Cr = 1520°, Fe = 1500°	இவைகள் குறைந்த உஷ்ண நிலையிலேயே உருகிவிடும். சுலபமாக இவைகளைச் சூடு செய்து வாயுவாக மாற்றி விடலாம். உதாரணம்: S = 96° அல்லது 112°, I_2 = 112°, P = 44
10. அநேகமாய் இவைகள் பஹுரூப பேதங்களை (வேட மாற்றங்களைக் (Allotropy) காண்பிப்பதில்லை.	இவைகளில் கொஞ்சம்பேர் மேற்பட இவை சமரூபாந்திர விகாரத்தைக் காட்டும்.
11. அநேகமாய் வாயுநிலையில் ஒவ்வோர் அணுவிலும் ஒரு பரமாணுவே இருக்கும்.	இவைகளின் ஒவ்வோர் அணுவிலும் பல பரமாணுக்கள் இருக்கும்.

ஆனால் இவ்வளவு தெளிவான வித்தியாசங்களைக் காட்டினபோதிலும் சில உலோகங்கள் இதரஜாதியின் குணத்தைத் தழுவி நிற்கின்றன. (உ-ம்) அசல் உலோகமாகிய ஸோடியம், பொட்டாஸியம், அலுமீனியம், மாக்னீஸியம் இவைகள் மிகவும் இலேசானவை. உலோகமற்ற ஜாதியைச் சேர்ந்த பாடலகம் (Iodine) கனமுள்ளது. அதே வர்க்கத்தைச் சேர்ந்த கரி, பொறனம், சிலகம் (Carbon, Boron, Silicon) என்பவற்றை எடுத்துக் கொள்வோம். அநேகமாய் உலோகங்களின் ஆவியாய்ப் பரிணமிக்குந் தன்மை (Volatality) மிகக் குறைவென்று முன்னரே கண்டோம். இம் மூன்றிலோ இத்தன்மை மிகமிகக் குறைவு. மேலும், அப்ஜனகம் சூட்டையும், மின்சாரத்தையும் செல்லவிட அனுகூலவாஹியாக இருக்கிறது. இன்னும் பாஷாணம் (Arsenic), அஞ்சனம் (Antimony), தலம் (Tellurium) இம்மூன்று பொருள்களின் குணங்களை ஆராய்ச்சிசெய்தால் இவைகளை எந்த ஜாதியில் வைப்பதென்ற சந்தேகமேற்படுகிறது. இவை இரு பிரிவுகளின் குணங்களையுமுடையனவாக இருக்கின்றன. ஆகையால் அப்படிப்பட்ட தனிப்பொருள்களை மூன்றாவது பிரிவாகப் பிரித்து, அவைகளுக்கு 'உலோக கற்பங்கள்' (Metalloids) என்ற பெயரை வழங்கிவருகின்றனர். மேலும், உலோகங்களையே இருவகைப்படுத்தி ஒன்றை இலேசான உலோகங்கள் என்றும் (உ-ம். க்ஷார உலோக இனத்தைச் சேர்ந்த உலோகங்கள் Li, Na, K, Rb, Cs.) மற்றொன்றைக் கனமுள்ள உலோகங்கள் என்றும் சொல்லுகின்றனர். உலோகமல்லாத தனிப்பொருள்களை மறுபடியும் பல இனங்களாகப் பிரித்திருக்கிறார்கள்.

(1) ஹரிதக இனங்கள், (F, Cl, Br, I.)

(2) பிராணவாயு கணம் (O, S, Se, Te.)

(3) பாக்கியஜனககணம் (N, P, As, Sb)

(4) கரி கணம் (C, Si)

(5) அபூர்வ வாயு கணம் (He, Ne, A, Kr, Xe) அப்ஜனகம் ஒன்றுடனுஞ் சேராமல் தனியாயிருக்கிறது.

தனிப் பொருள்களை வகை வகையாகப் பிரித்து ஆராய்ச்சி செய்து அதனால் ஏற்பட்ட விவரங்களை நாம் பின்னால் மறுபடியும் கவனிக்க நேரிடும்.

அத்தியாயம் 5

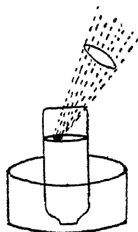


பிராணம் (பிராணவாயு) அல்லது உயிரம்

(Oxygen)

சரித்திரம்:—எந்தப் பொருளும் மற்ற பொருள்களிலிருந்து வித்தியாசப்பட்டது என்று நிரூபிக்கப்பட்ட பிறகுதான் அந்தப் பொருள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது என்று சொல்லமுடியும். பிராணவாயு என்ற வார்த்தைக்கே 'பிராணனுக்கு ஆதாரமானது' என்ற அர்த்தம் நன்கு விளங்குகிறது. ஆனால் அதைக் கண்டுபிடித்த பெருமை பிரான்ஸ் தேசத்து லவாசியர் (Lavoisier) என்ற ரஸாயன சாஸ்திரிக்கே உரிமையானது என்று பலர் கருதுகின்றனர். 1773-ம் ஆண்டிற்கு முன்பே பிராணவாயு செய்யும் முறைகளைப்பற்றியும், அதன் குணங்களைப் பற்றியும் ஸ்டாக்ஹோம் என்னுமிடத்திலுள்ள சாஸ்திரக் கல்விச்சாலையில் பத்திரப்படுத்தி வைக்கப்பட்டிருக்கும், ஷீலே (Scheele) என்பவரால் எழுதப்பட்டுள்ள ரஸாயன சம்பந்தமான குறிப்புக்களில், காண்கிறோம். அவர் வெடியுப்பைக் (nitre) காய்ச்சியும், மாங்கனஜ-துவி-பிராணையைக் (manganese dioxide) கந்தகத் திராவகத்துடன் சேர்த்துச் சூடு செய்தும், இரஸசிந்தூரத்தைச் சூடு செய்தும், ஒருவிதக் காற்றை அடைந்து, அந்தக் காற்றில் மெழுகுதிரி வெகு பிரகாசத்துடனும், துள்ளாட்டத்துடனும் எரிவதைக் கண்டு, அவ்விஷயங்களைக் குறித்துவைத்திருக்கிறார். அங்ஙனம் உண்டான வாயுவுக்கு "நெருப்புக் காற்று" (Fire air) என்ற பெயரையும் இட்டார். ஆனால், மேற்கண்ட விஷயங்களை 1777-ம் ஆண்டுவரை அவர் வெளியிடவில்லை. இதன் நடுவே, ஆங்கில ரஸாயன பண்டிதராகிய ஜோஸப் ப்ரீஸ்டிலீ (Joseph Priestley),

பாதரஸத்தில் தலைகீழாக அமுக்கப்பட்டிருந்த பாத்திரத்துக்குள் அடைபட்ட பல சாமான்கள், சூடு செய்யப்பட்டால் என்னவென்ன விகாரங்களை அடைகின்றன என்பதைச் சோதித்துக்கொண்டிருந்தார். அப்படி உண்டானவைகளை மறுபடியும் சூடுசெய்து, அதனால் ஏற்படும் மாறுதல்களையும் கவனித்துவந்தார். சூடுசெய்யும் பொருட்டு, அவர் பன்னிரண்டு அங்குலக் குறுக்களவு உள்ளதும், 20 அங்குலக் கேந்திரதூரம் (focal length) உள்ளதுமான ஒரு பூதக்கண்ணாடியின் சாதனத்தால் சூரிய கிரணங்களை வேண்டிய பொருளின்மேல் ஒருமுகமாகத் தாக்கும்படி செய்தார். 1774-ம் ஆண்டு ஆகஸ்டு மாதம் முதல் தேதியன்று, அவர் இரஸசிந்தூரத்தை அங்ஙனம் சூடு செய்ததில் ஒருவகை வாயுவை அடைந்து, அந்த வாயு இருக்கும் பாத்திரத்தில், எரியும் மெழுகுதிரியைத் தாழ்த்தி, அது வெகு அபூர்வமான ஜ்வாலையுடன் எரிந்ததைக் கண்டு மகிழ்ந்து அவ்விஷயத்தை வெளி

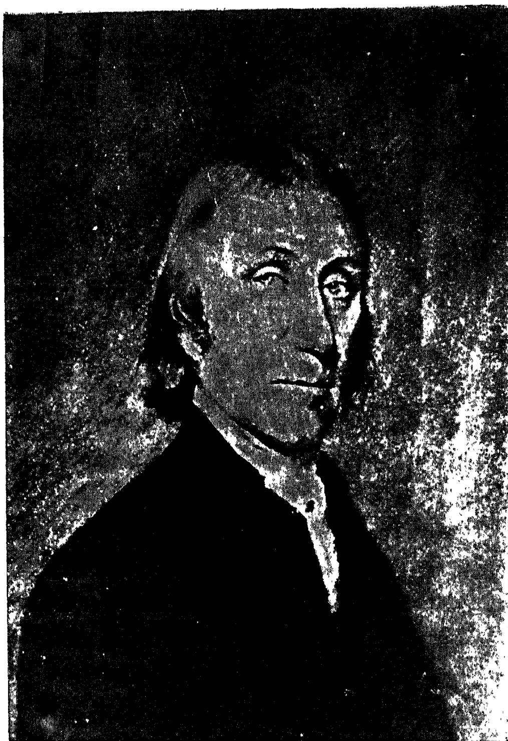


ப்ரீஸ்ட்லியின் சோதனை.

படம் 34

யிட்டார். அவ்வாயுவிற்கு அவர் "எரிபொருள் பிரிபட்ட காற்று" (dephlogisticated air) என்று பெயர் கொடுத்தார்.[1] அது வரையில் காற்று ஒரு தனிப்பொருள்

[1] இதைப்பற்றிய வாதம் இவ்வத்தியாயத்தினிறுதியில் விவரிக்கப்பட்டிருக்கிறது.



ஜோஸப் ப்ரீஸ்ட்லீ
(1733—1804)

[அனுமதியுடன்]

என்ற கொள்கை இருந்துவந்தது. ப்ரீஸ்ட்லீயும் லவாசியரும், அவர்கள் செய்த சோதனைகளின் பலனாக, "காற்று ஒரு கலப்புப் பொருளே; அதில் வஸ்துக்கள் எரிவதற்கு உதவிசெய்யும் வாயு ஒன்றும், எரிவதற்குச் சாதகமாயில்லாத வாயு ஒன்றும் இருக்கின்றன" என்பதை உறுதிப்படுத்தினார்கள். இதற்கு ஒரு நூற்றாண்டுக்கு முன்பே, ஜான் மேயோ (John Mayow) என்பவர் காற்றில் உயிருக்காதாரமான வாயு ஒன்றிருக்கிறதென்றும், அது "நல்ல காற்று" என்றும் அபிப்பிராயப்பட்டிருக்கிறார். அவர் செய்த பரிசோதனைகளை ப்ரீஸ்ட்லீ மறுபடியும் செய்து பார்த்து அவரது "நல்ல காற்றும்" தான் அடைந்த வாயுவும் ஒன்றே என்று கண்டுகொண்டார். இம்முக்கியமான வாயுவைப் பிரித்து எடுத்ததாக 4-ம் நூற்றாண்டிலிருந்து சில குறிப்புக்கள் கிடைக்கின்றன. சீன தேசத்தார்கள் அதன் குணத்தை 8-ம் நூற்றாண்டிலேயே அறிந்திருந்தார்கள் என்பதைக் காண்பிக்கும் சில ஆதாரங்கள் இருக்கின்றன. க்ளாப்வொர்த் (Klapworth) என்பவர் சீன தேசக் கிரந்தங்களிலிருந்து பின்வருவதை வெளியிட்டிருக்கிறார்.

"ஆகாயத்திலுள்ள இன் (yin) என்னும் பொருளை அபகரிப்பதில் முக்கியமானவைகள், உலோகங்களும், கந்தகமும், கரியுமே. காற்றிலுள்ள "இன் பாகம்" எப்பொழுதும் பரிசுத்தமானது. ஆனால் அக்கினியின் உதவிகொண்டு அதை வெடியுப்பிலிருந்தும் கறுப்புக் கனிஜத்திலிருந்தும் (MnO_2) பிரித்து எடுக்கலாம். அது ஜல சங்கலனத்திலும் ஈடுபடுகிறது. ஆனால் பிரித்து எடுக்க முடியாதபடி அவ்வளவு ஒற்றுமையாகச் சேர்ந்திருக்கிறது. காற்றிலுள்ள 'இன்'னுடன் தங்கம் ஒருபொழுதும் ஐக்கியமாகிறதில்லை."

உலோகங்கள் காற்றினால் என்ன விகாரங்களை அடைகின்றன என்பதையும் இரும்பு துருப்பிடிப்பதன் காரண

மென்னவென்பதையும் லவாசியர் ஆராய்ச்சிசெய்துகொண்டிருந்தார். அவர் ப்ரீஸ்ட்லீயின் "நல்ல காற்றே" இரும்பு துருப்பிடிப்பதற்கு ஆதாரமாக இருக்கிறதென்றும், அது காற்றில் இருக்கிறதென்றும் தீர்மானித்தார். அவர் அவ்வாயுவைத் தயாரித்து அதிற் பல பொருள்களை எரியவிட்டு, எரிந்ததாலுண்டான பொருளைத் தண்ணீரிற் கரைத்துச் சோதனை செய்துபார்த்தார். அவ்விலயனங்கள் யாவும் அமிலங்களாகக் கண்டார். ஆனதுபற்றி அவர் அதற்கு "ஆக்ஸிஜன்" என்று பெயரிட்டார். அந்த வார்த்தைக்கு "அம்லஜனி" அதாவது அமிலத்தை உண்டாக்கும் வஸ்து என்று பொருள். அவர் உலோகமற்ற தனிப் பொருள்களைச் சோதித்துப் பார்த்து வந்ததால் இப் பிழை ஏற்பட்டது. அவர் ஸோடியம் முதலிய உலோகங்களை எரித்து அவைகளின் பிராணைகளைத் தண்ணீரிற் கரைத்துப் பார்த்திருந்தால் க்ஷாரங்களுண்டாவதைக் கவனித்திருப்பார். ஆனால் ஸோடியம்போன்ற உலோகங்கள் அக்காலத்தில் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. அப்பெயர் பொருந்தாமலிருந்தும் அவர் ஞாபகார்த்தமாகவே இன்றுகூட மாற்றப்படாமல் வழங்கிவருகிறது. பிராண வாயு என்ற பெயர் நம் நாட்டில் வழங்கிவருவதாலும், அப்பெயர் அவ்வாயுவின் முக்கிய குணத்தை வெளிப் படுத்துவதாலும் அந்தப் பெயரையே நாம் கொள்ளுவோம். தனிப்பொருளின் பெயர் அம் என்று முடியவேண்டியதற்காக அதைப் 'பிராணம்' என்போம். உயிருக்கு ஆதாரமாயிருக்கும் அவ்வாயுவை 'உயிரம்' என்றழைப்பதும் பொருத்தமாகும். "யானைக்கும் அடி சறுக்கும்" என்பதுபோல் மஹா நிபுணரான லவாசியரும் இவ்வாயுவுக்கு அவசரத்தில் ஒரு பொருந்தாப் பெயரை அளித்துவிட்டார்.

சம்பவம் (Occurrence):—உலகத்தில் பிராண வாயுவே எல்லாத் தனிப்பொருள்களையும்விட மிகுதியாக உள்ளது. நிறைஅளவில் அது தண்ணீரில் 9-ல் 8 பங்கும்

காற்றில் சுமார் 4-ல் ஒரு பங்கும் இன்னும் பூமியிலுள்ள கல், பாறை முதலியவைகளில் 2-ல் 1 பங்குமாக வியாபித்து இருக்கிறது. பல நீரூற்றுக்களில் அது சிறிதளவு கரைந்துமிருக்கிறது. உயிருள்ளவைகளுக்கு ஆதாரமாய்க் கரி, அப்ஜனகம், பாக்கிய ஜனகம் இவைகளுடன் கலந்து முக்கிய பொருளாயிருப்பதும் பிராணவாயுவே.

பிராண வாயுவைத் தயார்செய்து சேகரிக்கும் முறைகள் (Preparation)

ஒரு பொருளைப் பலவிதங்களில் தயார் செய்யலாம். அம்முறைகளில் ஒவ்வொன்றையும் ஒவ்வொரு சமயத்திற் கையாளவேண்டும். சில விகாரங்கள் ஏற்படுங் காலத்தில், வேண்டியபொருள் பிரிக்கப்பட்டு அதை நாம் அடைவோமாறுனும், அது கிடைக்கும் அளவு மிகவும் அற்பமாகவே இருக்கலாம். ரஸாயன சம்பந்தமாக அம்முறை அவசியமாகவும் இருக்கலாம். விநோதமாகவுமிருக்கலாம். ஆனால் அதிக அளவில் அப்பொருளைச் சேகரித்துப் பரீக்ஷை செய்யவேண்டியிருந்தால் அம்முறைகளை உபயோகிக்க முடியாது. பரிசோதனைச் சாலைக்குரிய சில முறைகளுண்டு. தொழிற்சாலையில் அநுசரிக்கப்படும் முறைகள் சற்று வேறுபட்டனவாகவே இருக்கும். ஏனென்றால், தொழிற்சாலைகளில் அதிக அளவில் பொருள்கள் செய்யப்படுகின்றன. அவைகள் வியாபாரத்திற்கென்றே செய்யப்படுவதால், அம்முறைகளில் ஏற்படும் செலவுகள் குறைவாக இருக்கவேண்டும். சாமான்களை மலிவாக விற்றால்தான் அவைகள் அதிகமாக விற்பனையாகி லாபத்தைக் கொடுக்கும். ஒரே வஸ்துவைப் பலர் தயார்செய்து விற்கும்பொழுது, எவர் தயாரித்த சரக்கு நன்றாகவும், சுத்தமாகவும், மலிவாகவும் இருக்கிறதோ அதுதான் அதிகம் விற்பனையாகும். இவைகளையெல்லாம் கவனித்துச் சரியான முறைகளைக் கையாளவேண்டும். ஆகையால் சோதனைச்சாலை முறைகளுக்கும் தொழிற்சாலை

முறைகளுக்கும் வித்தியாசங்கள் உண்டு. ஒரு முக்கிய காரியத்திற்காக ஒரு பொருள் தேவையாக இருக்கும் போதும், அதைப் பரீக்ஷித்துச் சில உண்மைகளை அறிய வேண்டி இருக்கும்போதும், நாம் சிரமத்தையாவது, தயார் செய்வதில் ஏற்படக்கூடிய செலவையாவது கொஞ்ச மேனும் கருதக்கூடாது. இம்முறைகள் ஒவ்வொன்றின் தன்மையையும் நாம் போகப் போகத் தெரிந்துகொள் வோம்.

பிராணவாயுவைத் தயார்செய்யும் முறைகள் :—

(1) நிலையற்ற பிராணைகளைச் சூடு செய்தல்.

(2) சில பர-பிராணைகளையும் அதி-பிராணைகளையும் (Per-oxides and super-oxides) பிரித்தல்.

(3) பிராணைசேர்ந்த உப்புக்களைப் பிரித்தல்.

(4) பர-பிராணை-முறை.

(5) செடி கொடிகளின் மூலமாகப் பிராணவாயுவை அடைதல்.

(6) பர-உப்புக்களை வீரகந்தகி காமிலத்துடன் சேர்த்தல்.

(7) தொழிற்சாலை முறைகள் :—

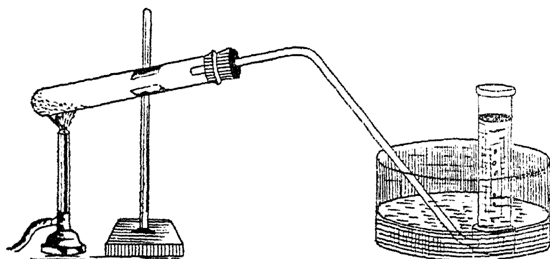
(i) ப்ரின் முறை (Brin's process)

(ii) திரவக் காற்று முறை.

(iii) வித்யுத் விச்லேஷண முறை (Electro-lysis)

1. நிலையற்ற பிராணைகளைச் சூடுசெய்து பிராணவாயுவைத் தயாரித்தல் :—35-வது படத்திற் காட்டியபடி, ஒரு சோதனைத்-தகனக்கண்ணாடிக் குழாயில் (Combustion glass test-tube) சிறிதளவு இரஸசிந்தூரத்தையோ, அல்லது, இரஜதபஸ்மத்தையோ (Silver Oxide) எடுத்து,

குழாய்க்கு ஒரு துளையுள்ள ஓர் அடைப்பானை வைத்து, துளையில் விடுகுழாயைச் செருகி, விடுகுழாயின் வெளிநுனியைத் தண்ணீர்த் தொட்டியிலுள்ள துளை-பீடத்தில் அமைத்துச் சூடுசெய்யவும். சற்று நேரத்தில் வாயு குமிழித்துத் தண்ணீரிலிருந்து வெளியே கிளம்பும். இரஸ

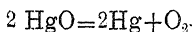


இரஸ சிந்தூரத்தைச் சூடுசெய்து பிராண வாயுவைத் தயாரித்தல்.

படம் 35

சிந்தூரத்தை உஷ்ணம் செய்யும்பொழுது சிவப்பு நிறம் மாற, கறுப்பு நிறமுண்டாவதையும் இரஸத் துளிகள் குழாயில் ஒட்டிக்கொண்டிருப்பதையும் கவனிக்க. ஒரு சோதனைக் குழாயில் தண்ணீரை நிரப்பிக் குழாயின் வாயை விரலால்மூடித் தலைகீழாகக் கவிழ்த்துக் குழாயின் வாயைத் தண்ணீருக் கடியிற் கொண்டுபோய் விரலை எடுத்துவிட்டு, அதன் வாயைத் துளை-பீடத்தின்மேல் உள்ள துவாரத்தின் மேல் அமைக்க, வெளிப்படும் வாயு குழாய்க்குள் மேலே கிளம்பி, அதிலுள்ள தண்ணீரைக் கீழே தள்ளும். குழாய் நிறைய வாயுவந்து சேர்ந்தவுடன் வாயை விரலால்மூடி வெளியே எடுத்து விரலைத்திறந்து அதற்குள் ஒரு கொள்ளிக் குச்சியை நுழைத்துப்பார். குப்பென்று அதுபற்றி எரியும். இக்குணம் பிராண வாயுவுக்கு மட்டுந்தான் உண்டு. குழாயின் சூடு தணிந்தவுடன் அதை எடுத்து,

அதிலுள்ளதைக் கண்ணாடிக் கோலாற் சுரண்டி வெளியில் எடு. அதை இரஸமென்று காண்பாய். இவ்விகாரத்தைப் பின்வருமாறு ரஸாயன சமீகரணத்தாற் சுருக்கிக் காண்பிப்போம்.

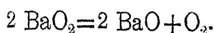
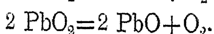

$$2\,HgO = 2Hg + O_2.$$

$$2\,Ag_2O = 4Ag + O_2.$$

இந்தச் சமீகரணங்களின் சிறப்பைப் பின்னால் விரிவாகக் கவனிப்போம். மேற்கண்ட விதத்தில் சிலிக பிராணையையாவது (மணல் SiO_2) அலுமீனிய-பிராணையையாவது (Al_2O_3) சூடுசெய்யப் பிராணவாயு வெளிவராது. ஆகையால் எல்லாப் பிராணைகளிலிருந்தும் பிராணவாயுவைத் தயாரிக்க முடியாது என்று விளங்குகிறது.

2. பர-பிராணைகளிலிருந்தும் அதி-பிராணைகளிலிருந்தும் பிராணவாயுவைத் தயாரித்தல் :—

முன்னால் குறிப்பிட்டபடி, மாங்கனஜ-துவி-பிராணை, (Manganese di-oxide), ஸீஸ-துவி-பிராணை (Lead-di-oxide), பேரிய-பர-பிராணை (Barium peroxide) இவைகளில் ஒவ்வொன்றையும் சிறிதளவு, தகனக் கண்ணாடிக் குழாயில் எடுத்துப் புன்ஸன் அடுப்பிற் காய்ச்சவும். பிராணவாயு வெளிக்கிளம்புகிறதா என்று ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் கொள்ளிக்குச்சிகொண்டு சோதித்துப் பார். ஒவ்வொன்றின் விசேஷத்தையும் குறித்துக்கொள். மாங்கனஜ-துவி-பிராணையை அதிகமாகச் சூடு செய்தால் தான் பிராணவாயு வெளிக்கிளம்பும்.


$$2\,BaO_2 = 2\,BaO + O_2.$$

$$2\,PbO_2 = 2\,PbO + O_2.$$

$$3\,MnO_2 = Mn_3O_4 + O_2.$$

3. பிராணை சேர்ந்த உப்புக்களிலிருந்து பிராண வாயுவைப் பிரித்து எடுத்தல் :—

பொட்டாஸிய ஹரிதகிகஜத்தை (Potassium chlorate) ஒரு தகன-பரீக்ஷைக் குழாயிற்போட்டு அடுப்பிற் காய்ச்சவும். சிறிது வெள்ளை நிறமும் ஸ்படிகவடிவுமுள்ள துண்டுகள் 340°ச அளவு சூடு செய்யப்பட்டவுடன் உருகித் தெளிவான திரவமாக மாறும். சுமார் 350°ச அளவில், கொதிப்பதுபோலத் தோன்றும். 600°ச அளவில் அதிலிருந்து நுரைத்துப் பிராணவாயு வெளிக்கிளம்பும். இதைக் கொள்ளிக்குச்சியாற் பரீக்ஷித்துப் பார்க்கலாம்.

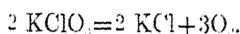
ஒரு சோதனைக் குழாயிற் சிறிதளவு பொட்டாஸிய ஹரிதகிகஜத்தை எடுத்து வெகு ஜாக்கிரதையாக அது உருகும் வரையிற் சூடு செய்யவும். இந்தச் சமயத்தில் ஒரு கொள்ளிக் குச்சியைச் சோதனைக் குழாயில் நுழைத்துப் பார். அது பற்றி எரியாது. ஏன்? பிராணவாயு வெளிக்கிளம்பி வரவில்லை. குழாயை அடுப்பினின்றும் வெளியே எடுத்து அதற்குள் ஒரு சிட்டிக்கை மாங்கனஜ-துவி-பிராணையைப் போடவும். உடனே பிராணவாயு வெளிக்கிளம்பும். அது வருகிறது என்பதைக் கொள்ளிக் குச்சிப் பரீக்ஷை செய்து நிரூபிக்கவும்.

இவ்வுஷ்ண நிலையிற் பொட்டாஸிய ஹரிதகிகஜமாவது, மாங்கனஜ-துவி-பிராணையாவது விகாரப்பட்டுப் பிராணவாயுவைத் தருகிறதில்லை. இரண்டும் ஒன்று சேர்ந்திருக்கும் சமயத்தில் 200°ச உஷ்ண நிலையிலேயே, பிராணவாயு சீக்கிரமாகவும் அதிக அளவிலும், வெளிக்கிளம்பும். விகாரம் ஏற்பட்டபிறகு சோதனைக் குழாயில் தண்ணீர் வார்த்துக் குலுக்கி வடிகட்டவும். கரையாமல் இருப்பதைச் சோதித்தால் அது மாங்கனஜ-துவி-பிராணைதான் என்று அறிவாய். இதனால், பிராணவாயு பொட்டாஸிய ஹரிதகிகஜத்திலிருந்துதான் வந்தது என்று நிச்சயமாகும். ஆனால் மாங்கனஜ-துவி-பிராணை என்ன செய்தது?

அதில் ஒரு மாறுதலுமேற்படவில்லையே. ஏதோ ஒரு சக்திகொண்டல்லவா அது இவ்விகாரத்துக்குக் காரணமாயிருந்திருக்கிறது. அந்தச் சக்திக்கு "போகவாஹிக சக்தி" அல்லது "ஸ்பர்ச விகார சக்தி" (Catalytic-action) என்று பெயர். அவ்விதம் செய்யும் பொருளை 'போகவாஹி' அல்லது 'ஸ்பர்ச கர்த்தா' என்போம். ஸ்பர்ச கர்த்தாவின் லக்ஷணம் யாதெனில் அது தானாகவே ஒரு கிரியையை ஆரம்பித்து விடாது. அது ஒரு தூண்டு கோலாக இருந்து ஏற்கனவே மிக மெதுவாகச் சென்று கொண்டிருக்கும் கிரியையைத் துரிதப்படுத்தும். கிரியை முடிந்தபின்பு, ஸ்பர்ச கர்த்தாவின் குணங்கள் மாறுபட்டிருக்கமாட்டா; ஆரம்பத்திலுள்ள ரஸாயன சங்கலனமே முடிவிலும் இருக்கும்.

அதிக அளவிற் பிராணவாயு தயார் செய்யும் காலத்தில் 5 பங்கு பொட்டாஸிய ஹரிதகிகஜத்தையும் 1 பங்கு மாங்கனஜ-த்வி-பிராணையையும் ஒன்றாய்க் கலந்து, அதனைக் குழாயில் இட்டுச் சூடு செய்து, வாயு ஜாடிகளிற் சேகரித்துக்கொள்ளலாம். இவ்விரு பொருள்களின் கலப்புக்குப் "பிராணவாயுக் கலவை" (Oxygen mixture) என்று பெயர்.

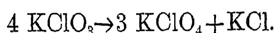
எச்சரிக்கை:—மாங்கனஜ-த்வி-பிராணையில் சில சமயம் கரித்தூள்களிருக்கலாம். அதைப் பொட்டாஸிய ஹரிதகிகஜத்துடன் சூடு செய்தால் ஒரு கொடிய வெடி உண்டாகும்; அந்த அதிர்ச்சியால், கண்ணாடி சாதனங்கள் தெறிக்க, பல தீங்குகள் விளையலாம். ஆகையால் மாங்கனஜ-த்வி-பிராணையை முன்னாலேயே சற்று வேகக் காய்ச்சிக் குளிரச்செய்து பின்பே உபயோகப்படுத்தவும். பொட்டாஸிய ஹரிதகிகஜம் = பொட்டாஸிய ஹரிதகை + பிராணவாயு.



$$2\,KClO_3 = 2\,KCl + 3O_2$$

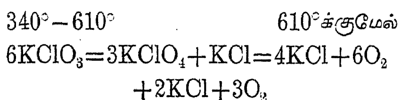
பொட்டாஸிய ஹரிதகிகஜத்தை 600°ச உஷ்ண நிலைக்குமேல் திடீரென்று சூடு செய்தால் அது வெடித்தாலும் வெடிக்கலாம்.

பொட்டாஸிய ஹரிதகிகஜத்தை 340°ச முதல் 610°ச உஷ்ணநிலைவரை சூடு செய்தால் வேறொரு விகாரமேற்படும். பொட்டாஸிய-பர-ஹரிதகிகஜமும் (Potassium perchlorate) பொட்டாஸிய ஹரிதகையும் உண்டாகும். அதை ஒருவாறு இவ்விதம் சமீகரணித்துக் காட்டலாம்:—



$$4\ KClO_3 \rightarrow 3\ KClO_4 + KCl.$$

பொட்டாஸிய ஹரிதகிகஜம் விகாரிக்கும்பொழுது பொட்டாஸிய-உப-ஹரிதசஜமாகவும் (Potassium-Hypochlorite-KClO) பிராணவாயுவாகவும் பிரிந்தபின், வெளிவரும் பிராணவாயு, உப-ஹரிதசஜத்தைப் பிராணீகரித்து, பர-ஹரிதகிகஜமாக மாற்றுகிறது என்பது சிலர் கொள்கை. இதை நாம் "உடனிகழும் பிரதிக்கிரியை" (Concurrent-reaction) என்று கூறுவோம். இந்தச் சம்பவங்களையெல்லாம் சுருக்கிச் சமீகரணித்துக் காட்டலாம்:—



340° – 610° 610°க்குமேல்

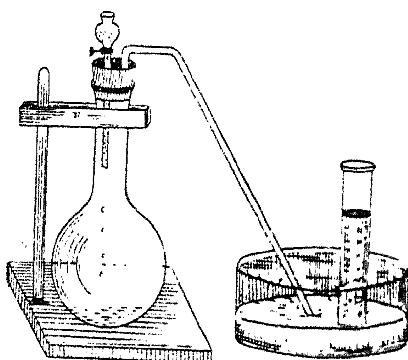
$$6KClO_3 = 3KClO_4 + KCl = 4KCl + 6O_2$$
$$+ 2KCl + 3O_2$$

இதிலிருந்து என்ன தெரிந்துகொள்ளுகிறோம்? சுமார் 600°ச உஷ்ண நிலைக்குக் கீழாகவே சூடு செய்தால் பொட்டாஸிய ஹரிதகிகஜமானது பொட்டாஸிய-பர-ஹரிதகிகஜமாகவும் பொட்டாஸிய ஹரிதகையாகவும் பிராணவாயுவாகவும் மாறுகிறது. 610°க்குமேல் சூடு செய்தால், முழு மாறுதல் ஏற்பட, பொட்டாஸிய ஹரிதகையும் பிராணவாயுவுமே உண்டாகின்றன என்பது.

வெடியுப்பு (KNO_3), பொட்டாஸிய பரமாங்கனிகஜம் ($KMnO_4$), பொட்டாஸிய துவிகிரோமிகஜம் ($K_2Cr_2O_7$),

பொட்டாஸிய பரஹரிதகிகஜம் ($KClO_4$). இவற்றில் ஒவ்வொன்றையும் எடுத்துச் சூடுசெய்யப் பிராணவாயு வெளிவரும்.

4. **பர-பிராணை-முறை** :—36-வது படத்திற் காட்டியபடி, ஒரு உருண்டைக் கூஜாவை எடுத்து இரண்டு துளைகளுள்ள ஒரு தக்கையால் அடைக்கவும். ஒரு துளை வழி

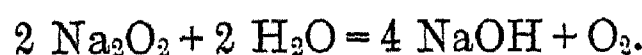


பர-பிராணை முறையால் பிராணவாயுவைத் தயாரித்தல்

படம் 36

யாகச் சொட்டும்-பெய்குழலையும் (Dropping funnol) மற்றொரு துளையின் வழியாக ஒரு விடு குழாயையும் நுழைக்கவும். கூஜாவிற்குள் 20 கிராம் எடையுள்ள ஸோடிய-பர-பிராணையை எடுத்துக்கொண்டு அடைப்பானல் மூடவும். பெய் குழலில் தண்ணீரை எடுத்துக் கண்ணாடித் திருகை வேண்டிய அளவு திறப்பித்துத் தண்ணீரைச் சொட்டச் செய்யவும். தண்ணீர் ஸோடிய-பர-பிராணையின்மேல் சொட்டச் சொட்ட, பிராணவாயு கிளம்பி வெளிவரும். தண்ணீர் விழாமல், திருகைத்

திருப்பிவிட்டால், பிராணவாயு வருவது நின்றுவிடும். ஆகையால், இம்முறை நாம் வேண்டிய அளவிற் பிராண வாயுவைத் தயார் செய்துகொள்ளச் சாதகமாயிருக்கிறது. சில வைத்தியசாலைகளில் இம்முறையை உபயோகப்படுத்துகிறார்கள். ஏனென்றால், பிராணவாயு நோயாளிகளிருக்கும் அறைகளின் காற்றைச் சுத்தி செய்வதுமன்றி அவ் விகாரத்தாலுண்டாகும் ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை அறைகளிலிருக்கும் கரியமில வாயுவை உறிஞ்சிவிடுகிறது.



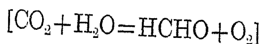
$$2\,Na_2O_2 + 2\,H_2O = 4\,NaOH + O_2.$$

ஓர் ஓட்டுத்தாள்-துண்டில் சிறிதளவு ஸோடிய-பரபிராணையை வைத்து, ஒரு சொட்டுத் தண்ணீர்விட, ஓட்டுத்தாள் பற்றியெரிவதைக் கவனிக்கலாம். பிரதிக்கிரியையில், சூடும் பிராண வாயுவுமுண்டாவதால்தான் தாள் பற்றி எரிகிறது.

5. செடி கோடிகளால் பிராணவாயு தயாரிக்கப் படும் முறை :—

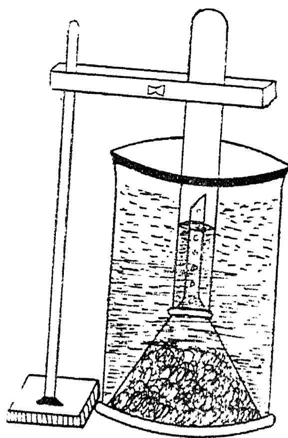
உயிர்ப்பிராணிகளால் வெளிவிடப்படும் மூச்சிலுள்ள கரியமில வாயுவைப் பச்சை நிறமுடைய இலைகள் உட்கொண்டு, சூரிய வெளிச்சத்தின் உதவியால் கரியை வேறுபிரித்துப் பிராணவாயுவை வெளியிடுகின்றன. இதற்கு ஒளி ரஸாயன விகாரம் (Photo-chemical Reaction) என்று பெயர். 37-வது படத்திற் காட்டியபடி ஒரு கண்ணாடிப் போகணியில், தண்ணீரை விடு. அதில் சோடா-தண்ணீரை உடைத்துவிட்டுப் பசுமையான நீர்ப் பாசிகளைப் புனலுக்குள் அடைத்துவைத்துப் புனலின் காம்பில் தண்ணீர் நிறைந்த ஒரு சோதனைக் குழாயைத் தலைகீழாக அமைத்து வெயிலில் வைக்கவும். சற்றுநேரம் சென்றவுடன் சிறு குமிழிகள் கிளம்பும். குழாயில் ஒருவித வாயு நிரம்பி நிற்கும். குழாயை வெளியிலெடுத்து,

ஒரு கொள்ளிக்குச்சியை நுழைத்துப்பார். குப்பென்று பற்றி எரியும். ஆகையால் அதிலுள்ள வாயு பிராணவாயு தான் என்று அறிவோம்.



$$[CO_2 + H_2O = HCHO + O_2]$$

[1] (HCHO = பார்மல்டிஹைட் Formaldehyde)



பச்சை இலைகளினுதவிகொண்டு பிராணவாயுவைத் தயாரித்தல். ஒளி ரஸாயன விகாரம்.

படம் 37

6. பர-உப்புக்களை வீர கந்தகிகாமிலத்துடன் சேர்த்துப் பிராணவாயு தயாரிக்கும் முறை.—

ஸீஸ-துவி-பிராணை (Lead dioxide) அல்லது மாங்கனஜ-துவி-பிராணை இவைகளில் எதாவதொன்றைத்

[1] இந்த பார்மல்டிஹைட் அணுக்கள் ஒன்றுகூடி விகாரிக்கச் சர்க்கரை வகைகளும், மாவகைகளும், மரப்பொருளும் (cellulose) உண்டாகின்றன.

சிறிதளவு சோதனைக் குழாயிலெடுத்து, வீரகந்தகிகாமிலத்தை அதன்மேல் வார்த்துச் சற்றுநேரம் சூடுசெய்து, வெளிவரும் வாயுவைக் கொள்ளிக்குச்சியால் பரீக்ஷை செய்துபார். அது பிராணவாயு என்று அறிவாய். பொட்டாஸிய-பர-மாங்கனிகஜத்தைச் சிறிதளவு ஒரு பீங்கான் கிண்ணத்திலெடுத்து, அதை வீரகந்தகிகாமிலத்தால் நனைக்கவும். ஒரு கண்ணாடிக் குச்சியை அக்கலவையில் தோய்த்து, அந்நுனியைச் சாராய-விளக்கின் திரியிற் படும்படி செய்ய, திரி தீப்பற்றி எரியும். இம்முறை அபாயமுள்ளதாயிருப்பதுடன் மிகச் செலவுள்ளதாகவுமிருக்கிறது. சுத்தமான பிராணவாயு வேண்டிய சமயத்தில், சொட்டு-பெய்குழலும், விடுகுழாயும் அமைக்கப்பட்ட ஒரு கண்ணாடிக் கூஜாவில் பொட்டாஸிய-பர-மாங்கனிகஜத்தை எடுத்து அதில் 1 பங்கு வீரகந்தகிகாமிலமும் 4 பங்கு தண்ணீரும் சேர்க்கப்பட்ட அமிலத்தைப் பெய்து, சூடு செய்தால் நிதானமாகப் பிராணவாயு வெளிக்கிளம்பி வந்துகொண்டிருக்கும். அதே விதமாகப் பொட்டாஸிய-துவி-கிரோமிகஜத்தைக் கந்தகத் திராவகத்துடன் கலந்து சூடுசெய்து பிராணவாயுவைத் தயார் செய்யலாம்.

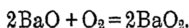


$$4\ KMnO_4 + 6H_2SO_4 = 2K_2SO_4 + 4MnSO_4 + 6H_2O + 5O_2.$$



$$2\ K_2Cr_2O7 + 8H_2SO_4 = 2K_2SO_4 + 2Cr_2\ (SO_4)_3 + 8H_2O + 3O_2.$$

தொழிற்சாலை முறைகள் :—ப்ரின் முறை (Brin's process) :—சுமார் 25 வருஷங்களுக்கு முன்வரை ப்ரின் முறையாலேயே பிராணவாயு அதிக அளவில் தயாரிக்கப்பட்டு வந்தது. இம்முறையை 1881-ம் வருஷம் ப்ரின் என்பவர் கண்டுபிடித்தார். பேரிய-பிராணையை (Barium Oxide) காற்றுப்பட 500°ச உஷ்ண நிலையளவு காய்ச்சினால் அது காற்றிலுள்ள பிராணவாயுவை உறிஞ்சி, பேரிய-பர-பிராணையாக மாறும்.



$$2BaO + O_2 = 2BaO_2.$$

இவ்விதமுண்டாகிய பேரிய-பர-பிராணையை 800°ச அளவுக்குச் சூடுசெய்தால் அது பிரிந்து பேரிய-பிராணையாகவும் பிராணவாயுவாகவும் மாறும். பேரிய-பிராணை மறுபடியும் திருப்பிக் கிடைத்துவிடும். இதுதான் இம்முறையில் உள்ள லாபம். பேரிய-பிராணையைத் திருப்பித் திருப்பி உபயோகப்படுத்தலாம். காற்றிலிருந்து அதனுதவியால் பிராணவாயு பிரிக்கப்படுகிறது. அநுபவத்தில் என்ன செய்கிறார்களென்றால் பேரிய-பிராணையை 700°ச அளவு சூடுசெய்து வாத-பூரக-யந்திரத்தால் (Compression Pump) காற்றைச் சிறிதளவு அமுக்கி (ஒரு சதுர சதாம்ச மீட்டருக்கு 2 ஸஹஸ்ர கிராம் அளவில்) பேரிய-பிராணையின்மேற் செலுத்துகிறார்கள். (காற்றை அமுக்கு முன்னால் அதிலுள்ள அசுத்தங்களாகிய கரியமிலவாயு, நீராவி, தூசி இவைகளை அகற்றிவிடவேண்டும். சுத்தப்படுத்தப்பட்ட காற்றே பேரிய-பிராணையுடன் பிரதிகரிக்கும்படி செய்யவேண்டும்.) இம்முறையால், பேரிய-பர-பிராணை உண்டாகும் யந்திரத்தின் ஓரத்திலுள்ள கவாடத்தால் (Valve) பாக்கியஜனகவாயு வெளியேறும். ஒரு யந்திர-விசைகொண்டு, வாத பூரக யந்திரத்தை வாத-ஆகர்ஷண யந்திரமாக்கி (Suction Pump) உள்ளிருக்கும் காற்றின் அமுக்கத்தைக் குறைக்க (ஒரு சதுர சதாம்ச மீட்டருக்கு 0·05 ஸஹஸ்ர கிராம் அளவில்) வெளிவரும் காற்றில் நூற்றுக்கு 90 முதல் 96 பாகம்வரை பிராணவாயுவாக இருக்கும். 700°ச உஷ்ண நிலையிலேயே, அமுக்க அளவை மாற்றி ஸம்யோகத்தையும், வியோகத்தையும் இங்கு உண்டுபண்ணலாம். இருபது வருஷங்கள் வரையில் இம்முறை வழக்கத்திலிருந்து வந்தது. திரவக்காற்றிலிருந்து பின்ன வடித்தல் முறையால் பிராணவாயு தயாரிக்கப்பட்டவுடன் ப்ரின் முறை க்ஷீணதசையை அடைய

ஆரம்பித்தது.—அதன் கதி ஏன் அங்ஙனமானது என்பதைக் கீழே குறிப்பிட்டிருக்கும் விலைவாசியிலிருந்து உணரலாம்.

கையாளப்படும் முறை	சுத்த அளவு (நூற்றுப் பகுதி சங்கலனம்)	ஆயிரங் கன அடியின் விலை
"ப்ரின்"	90—96	7—12 ஷில்லிங்
"திரவக்காற்று"	98	3½ ஷில்லிங்
வித்யுத்-விச்லேஷணம்	99—100	16 ஷி. 8 பென்ஸ்
		ஒரு யூனிட் = ½ பென்ஸ்

திரவக்காற்று முறை:—காற்றைத் திரவமாக்கும் முறையை விவரிக்கும் முன்னால் அதைப்பற்றிய சில விஷயங்களைக் குறிப்போம். நீராவி வாயு நிலையிலுள்ளது. அதைக் குளிரச் செய்தால் திரவ நிலைக்கு எளிதில் மாறும். ஆகையால் வாயு பதார்த்தங்களைக் குளிரச் செய்து திரவமாக்கலாம் என்ற நியாயத்தைக்கொண்டு, பல வாயு பதார்த்தங்களைப் பல குளிர் நிலைகளில் பல உறை-மிச்ரங்கள் (Freezing mixtures) கொண்டு திரவ நிலைக்கு மாற்றினார்கள். இம்முறையால், தாமிரம் சுண்டின வெடியுப்புத் திராவகத்தால் தாக்கப்படும்பொழுது ஏற்படும் சிவப்புவாயுவான பாக்கியஜனக-பர-பிராணையை (Nitrogen per-oxide) பனிக்கட்டி-உப்பு சேர்ந்த உறைமிச்ரத்தில் குளிர்விக்கப்பட்ட **U** குழாயின் வழியாய்ச் செலுத்த, வாயு திரவமாக மாறும். அதேவிதமாகக்

கந்தக-துவி-பிராணை (Sulphur dioxide) வாயுவையும் குளிரச்செய்து திரவமாக்கலாம்.

தண்ணீர் சூடு செய்யப்பட நீராவியாக மாறுகிறது. நீராவி குளிர்விக்கப்படத் தண்ணீராக மாறுகிறது. வெம்மை பருமனை விரியச் செய்யும். தண்மை பருமனைத் தணியச் செய்யும். ஆகையால் வாயுவை இறுக்க, அது திரவமாக மாறலாமென்று தோன்றுகிறதல்லவா? இங்ஙியாயப்படி, வாயுக்களைப் பல நிலைகளுக்கு அமுக்கிப் பார்த்ததில் சில வாயுக்கள் சாதாரண உஷ்ண நிலையில் திரவமாக மாறின. ஆகையால் அமுக்கத்தை (Pressure) அதிகஞ் செய்து திரவமாக்கலாம் என்ற உண்மை வெளிப்பட்டது. குளிர்ச்சி, அமுக்கம் என்ற இவ்விரண்டு பாணங்கள்கொண்டு தாக்க சில வாயுக்கள் ஜயிக்கப்பட்டன. ஆனால் இன்னுஞ் சில வாயுக்கள் திரவமாகாமல் ரஸாயன-பௌதிக சாஸ்திரிகளின் பாணங்கள் யாவையும் பொருட்படுத்தாமல் நின்றன. ஆனதுபற்றி வாயுக்கள் இரண்டு வகையாகப் பிரிக்கப்பட்டன :—

(1) ஸ்திர (நிலையான) வாயுக்கள் (Permanent gases) திரவமாக்கப்படாதவை.

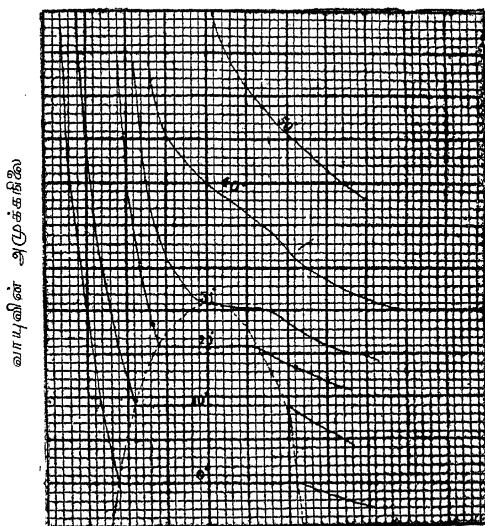
(2) அஸ்திர (நிலையற்ற) வாயுக்கள் (Non-permanent) திரவமாகும் வாயுக்கள்.

காற்று, பிராணவாயு, பாக்கியஜனகம், அப்ஜனகம் முதலியவை முதல் வகுப்பிற் சேர்க்கப்பட்டன.

இந்தச் சமயத்தில் ஆண்ட்ரூஸ் (Andrews) என்பவர், வாயுக்கள் பல அமுக்க நிலைகளிலும் உஷ்ண நிலைகளிலும் எவ்வாறு விகாரிக்கின்றன என்பதைச் சோதித்துக்கொண்டிருந்தார். அவர் கரியமிலவாயு சம்பந்தமாய் அறிந்த

வைகளை 38-ம் படத்திற் காட்டியிருக்கிறோம். இக் கோடுகளின் அர்த்தத்தைக் கவனிப்போம். 31°ச-க்கு மேல் வாயுவை எந்த அழுக்க நிலையால் தாக்கினாலும்

ஆண்ட்ரூஸ் கரியமிலவாயுவைச் சோதித்ததிற் கண்ட
அழுக்க-பருமபாத்தியங்கள்



பருமம்.

படம் 38

அது திரவமாகவில்லை. 31°ச-க்குக் கீழே உஷ்ணம் குறையக் குறைய திரவமாக்கவேண்டிய அழுக்க நிலை குறைந்து கொண்டே வருகிறது. இதே விதமாக, ஒவ்வொரு

வாயுவும், ஏதோ ஒரு திட்டமான உஷ்ண நிலைக்குக் குறைந்த உஷ்ண நிலையிலேயே அமுக்கப்பட, திரவமாக மாறும். அத்திட்ட உஷ்ண நிலைக்குமேல் இருக்குமேயாகில், எந்த அமுக்க நிலையும் அதைத் திரவமாக்காது. ஆகையால் ஒவ்வொரு வாயுவுக்கும் இவ்விசேஷ உஷ்ண நிலையிருக்கிறது. இவ்வுஷ்ண நிலைக்கு "அவதி உஷ்ண நிலை" (Critical temperature) என்று பெயர். ஆகையால் அவதி உஷ்ண நிலையிலும் அதற்குக் குறைந்த உஷ்ண நிலையிலுமேதான் ஒரு வாயுவை, அமுக்க நிலையை அதிகரித்துத் திரவமாக்கலாம். இவ்வவதி உஷ்ண நிலைக்கு அதிகமான உஷ்ண நிலையில், வாயு எவ்வளவு அமுக்க நிலையாலும் திரவமாக்கப்படாது. அவதி உஷ்ண நிலையில், திரவமாக்க ஒரு அமுக்கநிலை யிருக்குமல்லவா? அந்த அமுக்க நிலைக்கு "அவதி அமுக்கநிலை" (Critical-pressure) என்று பெயர். திட்ட உஷ்ண அமுக்க நிலையில், ஒரு பிரமாண (Unit) நிறையுள்ள வாயு, அவதி உஷ்ண நிலையிலும் அவதி அமுக்க நிலையிலும் எப்பருமனில் வியாபித்திருக்குமோ அப்பருமனையே "அவதி பருமன்" (Critical volume)[1] என்று சொல்லுவோம். ஒவ்வொரு வாயுவுக்கும் அவதி உஷ்ணநிலை, அவதி அமுக்க நிலை, அவதி பருமன் இம்மூன்றும் மாறாத பௌதிக நிலைகள் (Physical constants). இவ்விசேஷ குணங்கள் கொண்டும் வாயு ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றைப் பகுத்தறியலாம்.

[1] அவதி உஷ்ண-அமுக்க நிலையிலுள்ள ஒரு பொருள் வாயு ஸ்திதியிலும் திரவ ஸ்திதியிலும் இருக்கலாம். அங்கு அவ்வாயுவின் விசேஷ பருமன் (Specific Volume) திரவத்தின் விசேஷ பருமனுக்குச் சமமாயிருக்கும்.

	வாயு	கொதி நிலை	உருகு நிலை	அவதி உஷ்ண நிலை	அவதி அமுக்க நிலை (வாயுமண்டல அளவில்)	அவதி திண்மை[1]
1	ஸௌரம் He	—268·9°	—272·1°*	—267·9°	2·26	0·0693
2	அப்ஜனகம் H	—252·7°	—258·9°	—239·9°	12·8	0·0310
3	பிராண வாயு O	—182·95°	—225°	—118·8°	49·7	0·430
4	பாக்கியஜனகம் N	—195·8°	—237·7°	—147·1°	33·5	0·311
5	சதுப்புநிலவாயு CH_4	—164°*	—185·8°*	—82·4°	45·8	0·162
6	எதிலீன் C_2H_4	—105·4°	—169°	9·7°	50·9	0·22
7	காசாதம் F	—187°*	—223°*	—	—	—
8	ஹரிதகம் Cl	—34·6°	—102°*	144°	76·1	0·573
9	அமோனியா NH_3	—33·4°	—77·3°*	132·4°	111·5	0·235
10	நூதனம் Ne	—245·9°	—249?°	—228·9°	25·9	0·484
11	அலஸம் A	—185·66°	—188°*	—122°	48	0·531
12	குப்தம் Kr	—152·1°	—169°*	—63°	54	0·78
13	அன்னியம் Xe	—109·1°	—140°*	16·6°	58·2	1·155
14	கரியமில வாயு CO_2	—78·5°* (உத்பதனம்)	[2] —56·5°*	31·1°	73	0·46
15	கந்தக-துவி-பிராணை SO_2	—10·08*	—72·7*	157·2	77·7	0·52

(* From Landolt and others — German Tables. Rest from International Tables.)

[1] $\text{அவதி திண்மை (Critical density)} = \frac{1}{\text{அவதி-பருமன்}}$.

[2] 5·3 வாயுமண்டல அமுக்கங்களில்.

அவதி உஷ்ணநிலை அதிகமாயிருக்கும் வாயுக்களை எளிதில் திரவமாக்கலாம். முன்குறித்த, "ஸ்திர வாயுக்கள்" என்றவைகளின் அவதி உஷ்ணம் மிகக் குறைவாயிருப்பதைக் கவனிக்க.

இன்னும் ஒரு துவிசக்கரவண்டியின் வாத பூரக யந்திரத்தின் (Bicycle pump) அடியிலுள்ள ஓட்டையை விரலால் அடைத்து முசலகத்தை (Piston) அமுக்கி, சற்று நேரங் கழித்து, முசலகத்தை அமுக்கிய நிலையிலேயே வைத்துக்கொண்டு, விரலை எடுத்துவிட, அமுக்க நிலையிலிருந்த காற்று திடீரென்று வெளியேறும். விரல் வைத்திருந்த இடம் முன்னிருந்ததைவிடச் சிறிதளவு குளிரும்.

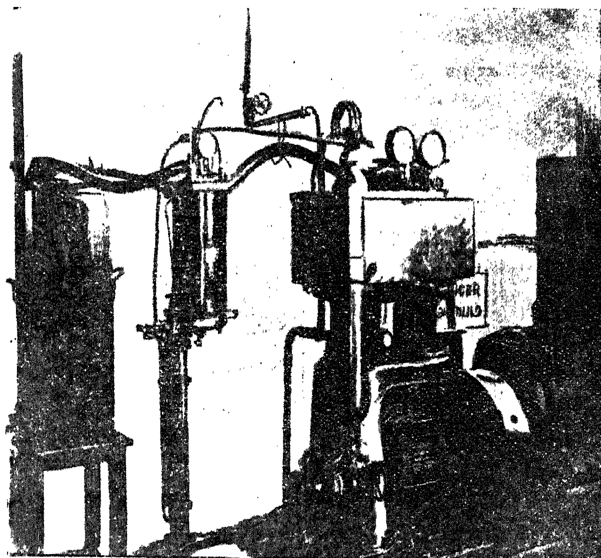
இன்னும், ஜூல், தாம்சன் (J. P. Joule and W. Thomson) என்ற இருவரும் சோதனைகளின் பயனாகப் பின்வரும் விதியை வெளியிட்டார்கள்.

"அமுக்க நிலையிலுள்ள வாயுவை, நுண்ணிய துவாரங் பொருந்திய பட்டுப்போன்ற ஒரு படலின் (Membrane) வழியாக, குறைந்த அமுக்க நிலையிலிருக்கும் இடத்திற்கு வரச்செய்ய வாயுவின் உஷ்ணநிலை சிறிதளவு குறைகிறது."[1]

இதற்கு "ஜூல்-தாம்ஸன் ஸித்தி" (Joule-Thomson effect) என்று பெயர். ஆனால், சாதாரண உஷ்ண நிலைகளில் அப்ஜனகம் (Hydrogen), ஹீலியம் (Helium), நூதனம் (Neon) என்பன இந்தச் சட்டத்திற்குட்படாமலிருப்பவை; இங்கு உஷ்ணநிலை சிறிதளவு அதிகமாகும். இவ்வாயுக்களிலொவ்வொன்றும், ஒரு திட்டமான நிலைக்குக் குளிர்விக்கப்பட்டபின்பு அமுக்கப்பட்டு, அக் குளிர்ந்த அமுக்க நிலையில் ஒரு குறைவான அமுக்க நிலை

[1] When a compressed gas is allowed to escape into free air through a film of silk, a slight cooling effect occurs.

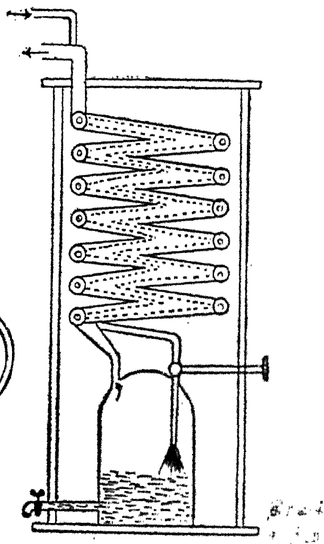
யிலுள்ள இடத்திற்கு வெளியேற்றப்படுமாகின், அங்கு ஜூல்-தாம்ஸன் ஸித்திக்கிணங்க, உஷ்ண நிலையில் குறைவு ஏற்படுகிறது. அமுக்க நிலையிலுள்ள காற்றை அமுக்கக் குறைவுள்ள இடத்திற்குட்புகவிட அதன் உஷ்ணநிலை

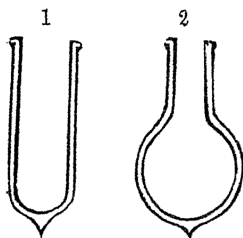


சென்னை அரசாங்கத்தார் கல்லூரியிலுள்ள
திரவக்காற்று-எந்திரம்

குறையும். குளிர்ந்த காற்றை மறுபடியும் அமுக்கி, மறுபடியும் விரியச்செய்ய அதன் உஷ்ணம் இன்னும் குறையும். இதைப் பலமுறை செய்தால், உஷ்ணநிலை குறைவுபட்டுக்கொண்டேவரும். இம்மாதிரியாகச் செய்ய, ஒரு வாயு தனது அவதி உஷ்ண நிலையை அடையும். அவதி அமுக்கநிலை வந்தவுடன் அது திரவமாக மாறிவிடும். இந்தத் தத்துவத்தை (Principle) உபயோகித்தே இங்

நாளில் நமக்குத் தெரிந்த எல்லா வாயு பதார்த்தங்களையும் திரவ ஸ்திதிக்குக் கொண்டுவருகிறார்கள்.





வெற்றிடக் கலங்கள்.
2=டேவார்-கூஜா.

படம். 39

தூசி, கரியமிலவாயு, நீராவி முதலியவைகளினின்றும் சுத்தி செய்யப்பட்ட காற்றை 200 வாயுமண்டல அழுக்க அளவிற்குச் சுருக்கி, அதை ஒரு சிறிய துவாரத்தின் வழியாக வெளியேறும்படி செய்தால், காற்றின் உஷ்ணநிலை குறையும். இக்குளிர்ந்த காற்று வெளிக்குழாய் வழியே

(39-வது படத்தைப் பார்க்கவும்) சென்று உட்குழாய் வழியே வருங்காற்றைக் குளிரச்செய்யும். இங்ஙனம் குளிர்ச்சி செய்யப்பட்ட காற்றை முன்போற் சுருக்கி, விரியச்செய்ய, அது முன்னிலுமதிகமாகக் குளிர்ந்த நிலையை அடையும். பலதடவை இங்ஙனம் செய்தபிறகு, உஷ்ண நிலை வேண்டிய அளவு குறைந்தும், அமுக்கநிலை போதுமான அளவில் அதிகமாயுமிருப்பதால் காற்று திரவமாக மாறும். இத்திரவத்தைப் பின்ன வடித்தல் முறையால் பிராணவாயு வேறாகவும் பாக்கியஜனகம் வேறாகவும் பிரிக்கிறார்கள். இந்த அபூர்வமான முறையைக் கண்டுபிடித்து உபயோகப்படுத்தினவர்களில் "லிண்டே" (Linde) என்பவர் ஒரு முக்கிய புருஷர். "க்ளாட்" (Claude) என்பவர் இந்த யந்திரத்தைச் சீர்ப்படுத்தினார். ஒரே யந்திரத்தில் திரவீகாரணத்தையும்[1] சுத்திசெய்து பிரித்தெடுத்தலையும் செய்யலாம். இத்திரவக்காற்றை டீவார்கூஜா (Dewar's flask) அல்லது வேறு எந்த வெற்றிடகலத்திலும் சில நாட்கள் வைத்திருக்கலாம். இடையே வெற்றிடமுள்ள இருகண்ணாடித் தகடுகளாற் செய்யப்பட்டுள்ளது இச்சூடு விடாக்கூஜா (Thermos flask).

வித்யுத் வியோக முறை (Electrolysis) :—

தண்ணீரை, மின்சார உதவிகொண்டு, வியோகிக்கலாம். அப்பொழுது மின்துருவங்கள் (Electrodes) நெருங்கியிருக்குமேயானால், அங்கு எழும் இரண்டு வாயுக்களும் கலந்துகொள்ளும். மின்துருவங்கள் விலகி இருக்குமேயாகில் வியோகமானது மெதுவாகவே நடக்கும். இந்தச் சங்கடத்தை நீக்கும்பொருட்டு, கல்நாராலோ, ரப்பாராலோ, பீங்கானாலோ, தோற்பத்திரத்தாலோ செய்யப்பட்ட இடைத்தடையை (Diaphragm) உபயோகப்படுத்துகிறார்கள். துருவீகரண விளைவை (Polarisation effect) மாற்றும்பொருட்டு மின்சாரப்பிரவாக சக்தியை (Electro

[1] திரவீகரணம் = Liquefaction.

Motive Force) வேண்டிய அளவில் வைத்துக்கொள்ள வேண்டும். பேரிய அப்ஜபிராணை $Ba(OH)_2$ விலயனத்தை மின்சாரித்துத் தனதுருவத்தில் (Anode) சுத்தமான பிராணவாயுவை அடையலாம்.

பிராணவாயுவின் குணங்கள்

பௌதிக குணங்கள் :—பிராண வாயுவுக்கு நிறமாவது, மணமாவது, உருசியாவது கிடையாது. உஷ்ண நிலை 0°ச ஆக இருக்கும்பொழுதும், அழுக்கநிலை 760 மில்லிமீட்டரளவு இருக்கும்பொழுதும் (இந்நிலையைத் திட்ட உஷ்ண-அழுக்கநிலை என்று சொல்லுவோம். இது சங்கேதமாக ஆங்கிலத்தில் N. T. P. அல்லது S. T. P. என்று குறிப்பிடப்பட்டிருக்கிறது. தமிழில் தி. உ. அ. என்று குறிப்பிடுவோம்.) ஒரு லீட்டர் அளவுள்ள பிராணவாயுவின் நிறை 1·4295 கிராம். அது தண்ணீரிற் சிறிதளவே கரையுந்தன்மையுடையது. 100 கன சதாம்சமீட்டரளவுள்ள தண்ணீர் 0°ச உஷ்ண நிலையில் 4·9 க. ச. மீ. அளவிலும், 20°ச-ல் 3·1 அளவிலும், 30°ச-ல் 2·6 அளவிலும் பிராணவாயுவைக் கரைத்துக்கொள்ளும். உஷ்ணம் ஏறஏற, அது கரையுமளவு குறைந்துகொண்டே வரும். தண்ணீரிற் கரைந்துள்ள பிராணவாயுவின் உதவியால்தான் மீன்கள் உயிர்வாழ்கின்றன.—119°ச உஷ்ண நிலையிலும் 50 வாயுமண்டல அழுக்க நிலையிலும் பிராணவாயு திரவமாக மாறும். அத்திரவம்—183°ச உஷ்ணத்தில் கொதிக்கும். திரவத்தை இன்னும் குளிர்ச்செய்தால், பனிக்கட்டிபோன்ற வெளுத்த நீல வர்ணமுள்ள திடபதார்த்தமாக (உருகுநிலை—225°ச) மாறுகிறது. இவ்வாயு பல சேதன வஸ்துக்களில் (Organic Substances) இலகுவாகக் கரையும். பைரோகலால் (Pyrogallol) என்பதை க்ஷாரத்தண்ணீரிற் கரைக்க, அந்த விலயனம் பிராணவாயுவைச் சீக்கிரமாக உறிஞ்சிக் கரைத்துக்கொள்ளும். உருகு பதத்திலுள்ள பல உலோகங்கள் இவ்வாயுவை உறிஞ்சிக்கொள்ளுகின்றன. உருகிய வெள்ளி இவ்வாயுவை

உறிஞ்சிக் குளிர்ந்து திடஸ்திதிக்கு வரும்பொழுது, அதைக் கக்கிவிடுகிறது.

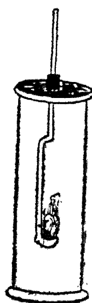
ரஸாயன குணங்கள் :—பிராணவாயு உயிருக்கும் எரிதலுக்கும் காரணம். காற்றில் நூற்றுக்கு 17 பங்குக்குக் குறைவாய் பிராணவாயு இருக்குமேயாகில், மெழுகு திரி முதலியவை எரியமாட்டா. சற்று நேரத்திற்குச் சுத்தமான பிராணவாயுவை உட்கொள்ளலாம். அது நல்லதும் செய்யும். அதுபற்றியே அதைச் சிகிச்சாசாலைகளில் உபயோகப்படுத்துகிறார்கள். ஆனால் அதிக நேரம் அதை உட்கொண்டால், சரீரத்தின் உஷ்ணத்தை அதிகப்படுத்தி அபாயத்திற்குள்ளாக்கிவிடும். பிராணவாயு அநேகமாய் எல்லா வஸ்துக்களுடனும் நேரேயே ஒன்று சேரும். அது அதிகக் கிரியாசக்தி பொருந்திய மூலப்பொருள். ஆனதுபற்றியே பெர்ஸீலியஸ் "ரஸாயன முறையாகிய சக்கரமானது, பிராணவாயுவென்ற நடு முனையிலேயே சுற்றிச் சுழன்றுகொண்டிருக்கிறது" என்று சொன்னார். இதைப்பற்றி டில்டனும் (Tilden) பின்வருமாறு சொல்லுகிறார். "பிராணவாயுவின் ஐக்கியப் பொருள்களின் எண்ணிக்கையையும், அவைகளின் சிறப்புக் குணங்களையுங் கவனிக்குங்கால், எல்லாத் தனிப்பொருள்களுள்ளும் பிராணவாயுவே நிகரற்றதெனத் தெரிகின்றது." பிராணவாயுவை அநேக வாயு ஜாடிகளில் தயாரித்து ஜாடிகளின் வாயைத் தேய்க்கப்பட்ட கண்ணாடித் தகடுகளால் மூடி, பின்வரும் சோதனைகளை, ஒவ்வொன்றாய் ஒவ்வொரு ஜாடியிலும் செய்துபார்க்கவும் :—

(1) ஒரு கொள்ளிக்குச்சியை ஜாடிக்குள்விட அது குப்பென்று தீப்பற்றி ஒளிவீசி எரியும். பிராண வாயுவா என்று பரீக்ஷிக்க இது ஒரு சோதனைமுறையல்லவா? இவ்விகாரத்திற் கரியமிலவாயு உண்டாகிறது. ஜாடிக்குள் தெளிந்த சுண்ணாம்புத் தண்ணீரை வார்த்துக் குலுக்கிப் பார்த்தால் அது பால்போல் வெளுக்கும். (கரியமில வாயுவைச் சோதிக்கும் முறை இதுவே.)

(2) எரிகிற மெழுகுதிரியை ஜாடிக்குள் நுழைக்க வெகு பிரகாசத்துடன் அது எரியும். கரியமிலவாயுவும் நீராவியும் இவ்விகாரத்தில் விளைகின்றன.

(3) சிவந்த தணல் இந்த வாயுவில் ஜ்வலிக்கும். பட்டைக் கரியை (Bark charcoal) உபயோகித்தால் அது ஜ்வலிப்பதுமல்லாமற் பொறிவிடும்.

(4) கந்தகத்தை எரிதொடத்தில் (Deflagrating Spoon) எடுத்து, அதைக் கொளுத்தி ஜாடிக்குள் நுழைக்கவும். கந்தகம் இதில் நன்றாக எரிந்து கந்தக-த்வி பிராணையாக மாறும். ஜாடியிற் சிறிதளவு தண்ணீர் ஊற்றிக் குலுக்கினால், கந்தக-த்வி-பிராணை கரைந்துவிடும். அவ் விலயனத்தை ஒரு லிட்மஸ் தாள்கொண்டு சோதிக்க அதன் நிறம் சிவப்பாக மாறுவதைக் காணலாம்.



பிராணவாயுவில் பாஸ்வரத்தை எரித்தல்.

படம் 40

(5) எரிதொடத்தில் எரிகிற பாஸ்வரத்தை ஜாடிக்குள் நுழைக்க அது கண் கூசத்தக்க ஒளியுடன் எரியும். அடர்ந்த வெள்ளைப் புகையுமுண்டாகும். இந்த வெள்ளைப்புகை பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணையே. அது தண்ணீரிற் கரைய, பாஸ்வரிகாமிலம் உண்டாகும். லிட்மஸ் கொண்டு சோதிக்க. பிரதிக்கிரியையின் வேகத்தால், கண்ணாடி ஜாடி வெடித்து உடைந்து விடலாம்.

(6) ஒரு கொத்து எஃகுக் கம்பிகளைச் சூடு செய்து, ஜாடிக்குள் நுழைக்க, பொறிமாரி பொழிந்து எரியும்.

(7) சூடு செய்யப்பட்ட நாகப்பொடியை ஜாடிக்குள் நுழைக்க அது எரிந்து, நாக-பிராணையாக மாறும்.

(8) ஒரு மாக்னீஸிய நாடாத்துண்டைக் கொளுத்தி ஜாடிக்குள் தாழ்த்து. கண் கூசும்படியான வெளிச்சத்துடன் எரிந்து வெள்ளைச் சாம்பலாக மாறும். பஸ்மத்தைத் தண்ணீரிற் கலக்கி, லிட்மஸ்தாளாற் பரீக்ஷித்துப் பார். அத்தாள் நீலமாக மாறும்.

பொதுவாக, உலோகங்கள் பிராணவாயுவுடன் ஐக்கியமாகிய பொருள்களைத் தண்ணீரிற் கரைக்க, க்ஷார விலயனங்களுண்டாகும். உலோகமல்லாத பொருள்கள் பிராணவாயுவுடன் ஐக்கியமாகிய பொருள்களைத் தண்ணீரிற் கரைக்க, அமிலங்களுண்டாகும். ஆகையால் உலோகப் பிராணைகளை க்ஷாரப்பிராணைகளென்றும் (Basic Oxides), உலோகமல்லாதவைகளின் பிராணைகளை அமிலப்பிராணைகளென்றும் (Acidic Oxides) சொல்லுகிறோம். பிராணைகள் உண்டாகும் முறைக்குப் பிராணீகரணம் (Oxidation) அல்லது விருத்தி செய்தல் என்று பெயர்.

பிராணவாயு "தகன உதவி" யாக இருக்கிறது: ஆனால் அது எரியாது. (இதைப்பற்றி அடுத்த அத்தியாயத்தில் கவனிக்கவும்.)

(9) க்ஷாரத்தில் பைரோகலாலைக் கரைக்கவும். 83-வது படத்திற் காட்டியபடி ஒரு குழாயை எடுத்து அதைத் திருகுஅடைப்பானுள்ள புனலுடன், ரப்பர்க் குழாய்த் துண்டுகொண்டு இணைக்கவும். புனலில் மேற் கூறிய விலயனத்தை நிரப்பவும். குழாயில் பிராணவாயுவை நிரப்பி, அடிப்பாகத்தை ஒரு தக்கையால் அடைக்கவும். திருகு அடைப்பானைத் திறந்து விலயனத்தை உள்விழும்படி செய்து, அடைப்பானைமூடி, விலய

ணம் குழாயில் எல்லாப் பக்கங்களிலும் படுமாறு செவ்வையாய்க் குலுக்கி, தண்ணீர்த் தொட்டியில் தக்கைப்பாகத்தை அழுக்கித் தக்கையை எடுத்து விடவும். தக்கையை எடுப்பது மிகவும் சிரமமாக இருக்கும். ஏனெனில், குழாய்க்குள் வெற்றிடம் (Vacuum) ஏற்பட்டிருக்கும். தக்கை எடுபட்டவுடன், குழாய் முழுவதும் தண்ணீர் கிளம்பி நிரம்பி நிற்பது, விலயனம் பிராணவாயுவை முழுவதும் சோஷித்து விட்டது என்பதைக் காண்பிக்கிறது.

ஸௌரம் (Helium) முதலிய அபூர்வ காற்றுக்களைத் தவிர மற்ற எல்லாத் தனிப்பொருள்களுடனும் பிராணவாயு சேர்ந்து ஐக்கியப் பொருள்களைத்தரும்.

சாதாரண உஷ்ண நிலையிலேயே அநேகப் பொருள்கள் பிராணீகரிக்கப் படுகின்றன. பாஸ்வரம் இரவில் மின்னும். அது பிராணவாயுவுடன் சேர்தலாலே தான் இக்காட்சி தோன்றுகிறது. பாக்கியமிக-பிராணை (Nitric Oxide) பிராணவாயுவுடன் கலந்தமையாலும் உடனே கபிலநிறமுள்ள பாக்கியஜனக-பர-பிராணைவாயு (Nitrogen per-oxide) உண்டாகும். அயச உப்புக்கள் (Ferrous salts) அயிக உப்புக்களாக (Forric salts) மாறும். இவைகளைப்பற்றிப் பின்னால் கவனிப்போம்.

(10) உலோகங்களோ, மற்றும் எரியக்கூடிய கரி, முதலிய வஸ்துக்களோ, மிகவும் நுண்ணிய தூள்களாக இருக்குமேயாகில், அவை சாதாரண உஷ்ண நிலையிலேயே, பிராணவாயுவுடன் சம்பந்தப்பட்டவுடனே எரியும். ஒரு சோதனைக் குழாயை வாயின் பக்கமாக உருக்கி இழுத்து, அதற்குள் ஸீஸ-சிஞ்சிகஜத்தைப் (Lead Tartrato) போட்டுக் கவனமாகச் சூடு செய்ய, காம்பின் வழியாகப் புகை கிளம்பும். புகை நின்றவுடன் காம்பைப் புன்ஸன் சுடரிற் காண்பிக்க, அது உருகி அடைபட்டுவிடும். குளிர்ந்தபிறகு, இழுக்கப்பட்ட நுனியை, அரத்தாற் கீறி

உடைத்து உள்ளிருப்பதைக் கீழே கொட்ட, அது பொரிந்துகொண்டும் மஞ்சள் நிறமுள்ள புகையுடன் எரிந்துகொண்டும் விழும். வெகு எளிதில் எரியுந் தன்மை பொருந்தியதாக இருப்பதன் காரணம், எரிபொருள் நுண்ணிய பொடியாயிருப்பதே. பொருள்கள் காற்றிலெரியும்பொழுது பிராணவாயுவுடன் கலந்து பிராணேகளாகும். இந்த ஐக்கியப் பொருள்களுக்கும், பிராணவாயுவிலேயே எரிந்துண்டான ஐக்கியப் பொருள்களுக்கும் வித்தியாசமில்லை. பிராணவாயுவில் எரியும்பொழுது கிரியை அதிவீரியத்துடன் நடக்கும். காற்றில், பிராணவாயு வெடியுப்புவாயுவுடன் கலந்திருப்பதால், கிரியை குறைந்த வீரியத்துடன் செல்லுகிறது.

உபயோகங்கள் :— திரவ-பிராணவாயுவும் மண்ணெண்ணெயும் சேர்ந்த கலவை, அளவுகடந்து வெடிக்குந்தன்மை பொருந்தியது. (1903-ம் வருஷம் க்ளாட் என்பவர் எரிந்துகொண்டிருந்த மெழுகுதிரியைத் திரவ-பிராணவாயுவில் தற்செயலாய்ப் போட்டுவிட அதனுல் ஒரு பெரிய வெடி ஏற்பட்டு, மிகவும் இரங்கத்தக்க நிலையில் அவர் வைத்தியசாலைக்குத் தூக்கிக்கொண்டு போகப்பட்டார்.) சில வெடிகுண்டுகளில் திரவ-பிராணவாயுவைச் சேர்த்து வெடிக்க விடுகிறுர்கள். மலைகளைத் துளைக்கவும், பாறைகளைப் பெயர்க்கவும் இது சாதகமாயிருக்கிறது. மேட்டூர்அணை கட்டும்பொழுது இம்முறை கையாளப்பட்டது. பிராணவாயுவும் அப்ஜனக வாயுவும் சேர்ந்த கலவையை அதற்குரிய உலையில் எரிப்பதாலுண்டாகும் சுடர் (அது மிகுந்த உஷ்ணம் பொருந்தியதாயிருப்பதால்) தடித்த உலோகத் தகடுகளைப் பற்ற வைப்பதற்கும் உலோகத் தகடுகளை வெட்டுவதற்கும், பிரயோசனப்படுகிறது. பிராணவாயுவும் அஸெடிலீன் (Acetylene) வாயுவும் சேர்ந்த கலவை இன்னும் அதிக உஷ்ணத்தைக் கொடுக்கும். நாகரீகத் திருடர்கள் இச்சுடர்கொண்டு பல இரும்புப் பெட்டிகளின் கதவுகளையெல்லாம் சீக்கிரத்தில்

துண்டித்து விடுகிறார்கள். முன்காலத்தில் இச்சுடரைச் சுட்ட-சுண்ணாம்புக் கற்களில் தாக்கி வெகு பிரகாசமுடைய வெளிச்சத்தை உண்டுபண்ணித் துறைமுகங்களிற் கப்பல்களுக்குக் குறிகாட்டும்பொருட்டு உபயோகித்து வந்தனர். இதற்குச் 'சுண்ணாம்பு-விளக்கு' அல்லது 'ட்ரம்மண்ட் விளக்கு' (Lime light or Drummond's light) என்று பெயர். சிகிச்சாசாலைகளிலும் செயற்கை யுயிர்ப்பு முறையிலும் (Artificial respiration) இவ்வாயு உபயோகப்படுகிறது. சில எண்ணெய்களைத் தடிக்கச் செய்வதிலும் (Hardening of oils), வர்ணத்தைலம் (Varnish) முதலியவைகளைச் செய்வதிலும், சில நொதித்தல் முறைகளிலும் (Fermentation), காகிதக்கூழை (Paper-pulp) வெளுக்கச் செய்வதிலும், சாராயப் பானங்களைப் பக்குவப்படுத்துவதிலும், கண்ணாடி சுத்தி செய்வதிலும் இந்த வாயு உபயோகப்படுகிறது.

எரிதலைப்பற்றிய வாதம்:—ஒரு பொருள் மற்றொரு பொருளுடன் சேர்ந்து எரிகிறது. இந்த எரிதலைப் பற்றிய விஷயத்தை ஆராய்ச்சி செய்வதே ரஸாயன சாஸ்திர முன்னேற்றத்துக்கு முக்கிய ஆதாரமாக இருக்கிறது. அநேகமாய்ப் பொருள்கள் பிராணவாயுவுடன் கலந்து எரியுமென்றாலும், மற்ற வஸ்துக்களுடன் சேரும்பொழுதும் எரிதலுக்குரிய உஷ்ணத்தையும் ஒளியையும் பார்க்கலாம். இரும்போ, தாமிரமோ கந்தகத்துடன் ஐக்கியமாகிக் கந்தகைகளாகும்பொழுது, உஷ்ணமும் வெளிச்சமும் உண்டாவதை முன்னமேயே கவனித்துள்ளோம். ஆகையால், இந்த விகாரங்களையும் "எரிதல்" (Combustion) என்றே குறிப்பிடுவோம். இது சம்பந்தமாக லவாசியர் செய்த சோதனைகளைப்பற்றி முன் ஓர் அத்தியாயத்தில் விவரித்தோம். முக்கியமாகக் கவனிக்க வேண்டியது என்னவென்றால், காற்றில் பொருள்களெரியும்பொழுது விளைகின்ற பொருள்களின் நிறை, எரியும் பொருள்களின் நிறையைவிட அதிகமாயிருப்பதே. இவை

அறிந்த பிறகேதான் ரஸாயனதத்துவங்கள் சரிவர அறிவிக்கப்பட்டன. காற்றிலுள்ள ஒரு பாகமே எரிதலுக்குக் காரணம் என்று லவாசியர் நிலைநாட்டினார். இவருக்கு முன்பு, ரஸாயனவாதிகளெல்லோரும், எரிதலையும், நீறுதலையும் காரணத்தையும் "பிளாஜிஸ்டான்" என்பதைக்கொண்டு விளக்கி வந்தனர். பிளாஜிஸ்டான் என்பது எரிபொருள் என்று ஆகும். இவ்வாதத்தை அந்நாளில் ரஸாயன உலகம் முழுவதும் ஒப்புக்கொண்டிருந்தது: எரியக்கூடிய பொருள் ஒவ்வொன்றிலும், இந்தச் சத்து [இதற்கு 'ஸ்டால்' (Stahl) என்பவர் ப்ளாஜிஸ்டான் (Phlogiston) என்று பெயரிட்டார்]—அமைந்துள்ளது. எரிகிற சமயத்தில் இந்த எரிபொருள் வெளியேறுகிறதாலேயே, சூடும் வெளிச்சமும் உண்டாகின்றன என்று விளக்கிவந்தனர். கந்தகத்தை, எரிபொருளும் கந்தகிகாமிலமும் சேர்ந்த பொருளென்றும், உலோகங்களைச் சுன்னங்களும் (Calx) எரிபொருளும் சேர்ந்தவை என்றும், பஸ்மீகரணமாகுங்கால், எரிபொருள் வெளியேறச் சுன்னம் தங்கிற்று என்றும் கருதினார்கள். ஆகையால் அவர்கள் உலோகங்களை மூலப் பொருள்களாக எண்ணவில்லை. ஆனால், அம்மதத்தினர் ஒருவரேனும் இந்த எரிபொருளைப் பிரித்துச் சுத்த நிலையில் தயாரிக்க முடியவில்லை. கரியானது அநேகமாக எரிபொருளின் திரளென்று நினைத்தார்கள், எரிபொருள் பிரிந்த பஸ்மத்துடன் எரிபொருள் சேர்க்கப் படுமேயானால் உலோகமுண்டாகிவிட வேண்டுமல்லவா? அவர்கள் மதத்திற்கிணங்க, பஸ்மங்களைக் கரியுடன் சேர்த்துச் சூடுசெய்ய உலோகங்கள் உண்டாகிவிட்டன. ஆகையால் அவர்களின் கொள்கையைக் கண்கூடாகவும் மெய்ப்பித்துவிட்டார்கள். அப்ஜனகவாயு கண்டுபிடிக்கப்பட்டபிறகு, அது பஸ்மங்களை க்ஷயித்து, உலோகங்களாக மாற்றியதைப் பார்த்தவுடன், அப்ஜனகம்தான் சுத்தமான எரிபொருள் என்று நிச்சயித்தார்கள். எல்லாம் சரியாகவேதான் தோன்றுகின்றன.

ஆனால், தராசு ரஸாயன முறைகளில் உபயோகப் படுத்தப்பட்டவுடன், இக்கொள்கைக்கு விரோதமாகச் சில விஷயங்கள் வெளிப்பட்டன. "உலோகத்தைக் காற்றிற் சூடுசெய்ய, அதன் பயனாலுண்டாகும் பொருளின் எடை அதிகமாகிறதே. எரிபொருள்-கொள்கையின் பிரகாரம் சூடுசெய்யும்பொழுது, எரிபொருள் வெளியேறுவதால் எடை குறையவேண்டுமே" என்ற தடைகள் ஏற்பட்டன. எரிபொருள்-கொள்கைக்காரர்கள் இந்தத் தடைக்கு வெகு எளிதில் விடையளித்துத் தங்களது சித்தாந்தத்தை நிலைநிறுத்தினர். "எரிபொருள் ஓர் அபூர்வச் சரக்கு. அதன் குணங்கள் புதுமையானவை. அதற்கு ருண எடைதான் (Negative weight) உண்டு. ஆனதுபற்றியே, அது வெளிக்கிளம்பியவுடன் பஸ்மத்தின் நிறை அதிகமாகிறது." இம்மதமானது அதிநிபுணர்களால் ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டிருந்ததால் மஹா நிபுணரான பாயில் கூட தாம் செய்த சோதனைகளிலிருந்து 'காற்று எரிதலுக்கு அவசியம்; அது எரியும் பொருளுடன் கலந்துகொள்ளுகிறது' என்று அநுமானித்திருந்தும், ஸீஸபஸ்மம் ஸீஸத்தின் தாதுவா அல்லது ஸீஸம் ஸீஸபஸ்மத்தின் தாதுவா என்று சந்தேகித்தார். இதுவும் ஓர் ஆச்சரியம். இவ்வாதத்தில் இந்தத் தோஷங்களிருந்தும் ரஸாயன சாஸ்திரவாதம் முன்னேறுவதற்கு இது பெரிய துணையாயிருந்தது. இந்நாள்முறையுடன் ஒத்திட்டுப்பார்த்தால் விருத்திசெய்தல் (Oxidation) என்பது எரிபொருள் வெளியேறுவதென்றும், க்ஷயித்தல் (Reduction) என்பது எரிபொருள் சேர்வது என்றும் முந்நாளில் குறிப்பிடப்பட்டன என்று நன்கு விளங்குகிறது. ஆனது பற்றியே ப்ரீஸ்ட்லீ, பிராணவாயுவை "எரிபொருள் நீக்கிய காற்று" என்றும் வெடியுப்பு வாயுவை "எரிபொருள் சேர்ந்த காற்று" என்றும் பெயரிட்டழைத்தார்.



ஹென்ரி காவெண்டிஷ்
(1731—1810)

[அனுமதியுடன்]

அத்தியாயம் 6



அப்ஜனகம் அல்லது நீரயம் (Hydrogen)

சரித்திரம்:—நீரிட்ட அமிலங்களுடன் இரும்பு சம்பந்தப்பட்டால் ஒருவித வாயு வெளிக்கிளம்புகிறது என்ற செய்தி வெகுநாளைக்கு முன்பே தெரிந்திருந்தது. அதைப் பற்றி 16-ம் நூற்றாண்டிலேயே, பாரஸெல்ஸஸ் (Paracelsus) என்பவர் "ஒருவிதக் காற்று கிளம்பிக் குப்பென்று வெடிக்கிறது" என்றும் 1609-ம் ஆண்டில் வான் ஹெல்மண்ட் (Von Helmont) என்பவர் "எரியக்கூடியதும், மற்ற வஸ்துக்கள் எரிய உதவி பண்ணுததுமான ஒருவிதக் காற்று அது" என்றும் சொன்னார்கள். ப்ரீஸ்ட்லி முதலியவர்களும் இதைக்குறித்து எழுதியிருக்கிறார்கள். ஆனால் இவர்களிலொருவரும் இதன் தனிப்பொருள் தன்மையைப் பிரித்துக் காண்பிக்கவில்லை. அவர்களுடைய அபிப்பிராயங்கள் எரிகிற எல்லா வாயுக்களையும் குறிக்கும்படியாக இருக்கின்றன. 1766-ம் ஆண்டில்தான் காவெண்டிஷ் (Cavendish) என்பவர் இவ்வாயுவைத் தயார்செய்து இதனுடைய சிறப்பியல்புகளையும் இது ஒரு மூலப்பொருள் என்பதையும் நிரூபித்தார். நீரிட்ட அமிலம் நாகத்துடனோ, இரும்புடனோ, வங்கத்துடனோ கலக்கும்பொழுது இவ்வாயு உண்டாகிறதென்று கண்டார். லவாசியர், பல சோதனைகளின் பயனாக, இதற்கு "ஹைட்ரோஜன்" (Hydrogen) அதாவது 'தண்ணீரை உண்டாக்கும் பொருள்' என்று பெயர் தந்தார். நாமும் இதை 'அப்ஜனகம்' அல்லது 'நீரயம்' என்றழைப்போம்.

சம்பவம்:—இயற்கையில் அது அற்ப அளவிலேயே தான் தனிமையாக இருந்துவருகிறது. எரிமலையிலிருந்து வரும் காற்றில், அப்ஜனக வாயுவை அதிக அளவிற் காண

லாம். மண்ணெண்ணெய் தயாரிக்கும் இடங்களில், பூமியி லிருந்து வெளிவரும் இயற்கை வாயுவிலும் (Natural gas) அது சிறிதளவிற் காணப்படுகிறது. வர்ணப்பட்டிதரிசினி கொண்டு (Spectroscope) சோதனை செய்ததில் இவ்வாயு சில நக்ஷத்திரங்களில் இருப்பதாகத் தெரியவருகிறது. சூரியமண்டலத்தின் வெளிப்பாகத்தில், இவ்வாயு கால்ஸி யத்துடன் (Calcium) சம்பந்தப்பட்டுச் சில இடங்களில் 300,000 மைல் நீண்டும் 100,000 மைல் அகன்றும் வியா பித்துச்சிவந்து கொழுந்துவிட்டு எரிந்துகொண்டிருக்கிறது. ஐக்கியமாயிருக்கும் தன்மையில்தான் அது அதிக அளவில் உள்ளது. தண்ணீரில் 9-ல் ஒரு பங்கு அதுவே; அமிலங் களிலும், க்ஷாரங்களிலும், பலவித வாயுக்களிலும் அது அமைந்துள்ளது. சேதனப்பொருள்களிலெல்லாம் (Organic Compounds) அது இருக்கிறது. அவற்றில் ஒவ்வொன்றிலுமுள்ள முக்கிய மூல வஸ்துக்களில் அது ஒன்று.

அப்ஜனகம் பிராணவாயுவுடன் ஐக்கியமாகித் தண்ணீ ராகும் சமயத்தில் சக்தியானது உஷ்ண வாயிலாக வெளி யேறுகிறது. செலவான சக்தியைத் திருப்பி மறுபடியும் கொடுத்தாவது அல்லது பிராணவாயுவுக்கு அப்ஜனகத்தை விட வேறு எந்தப் பொருளினிடத்தில் உறவு உண்டோ அதன் துணை கொண்டாவது அதைத் தண்ணீரினின்று பிரிக்கலாம்.

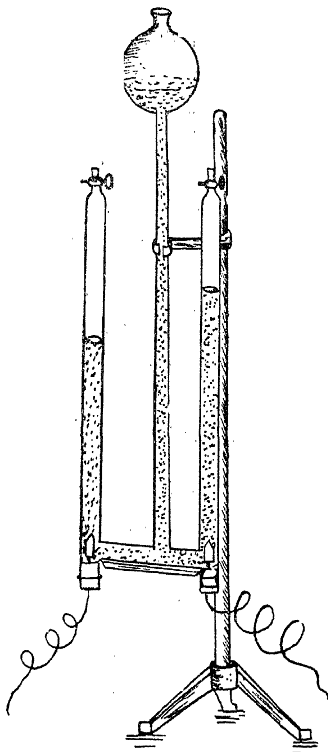
தயார் செய்யும் முறைகள் :—

அப்ஜனக வாயுவை (I) தண்ணீரிலிருந்தும், (II) அமிலங்களிலிருந்தும், (III) க்ஷார விலயனங்களி லிருந்தும் தயார் செய்யலாம்.

I. தண்ணீரிலிருந்து பிரிக்கும் முறைகள் :—

(1) 41-வது படத்திற் காட்டியபடி வித்யுத் விச்லேஷண யந்திரத்தில் தண்ணீரை எடுத்துக்கொண்டு,

அதிலுள்ள இரு கோடிகளையும் மின் துருவங்களி லிணைக்க, இரண்டு புஜங்களிலும் வாயு குமிழித்து மேல்



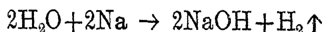
வித்யுத்-விச்லேஷண யந்திரம்.
(தண்ணீரின் சங்கலனத்தைக் காட்ட)

படம் 41

போய்ச் சேரும். அதிகமாக வரும் வாயுவை, ஒரு எரி கொள்ளி கொண்டு சோதித்தால், அது ஒரு சிறிய சத்தத்

துடன் வெடித்து எரியும். அதுதான் அப்ஜனகம். மற்ற வாயுவைச் சோதிக்க அது பிராணவாயுவென்று காண லாம்.

(2) உலோக உதவிகொண்டு அப்ஜனகத்தை விலக்குதல் :—சீசாவிலுள்ள ஸோடியம் என்னும் பொருளைக் கவனித்துப் பார். துண்டுகளின் மேற்பாகம் மங்கலாகவே இருக்கும். அதில் ஒரு சிறு துண்டைக் குறடு கொண்டு வெளியே எடுத்துப் பீங்கான் கிண்ணத்தில் வைத்துக் கத்தியால் அறு. (கையால் அதைத் தொடக் கூடாது) அறுக்கப்பட்ட இடம் வெளுப்பாகவும், பளபளப் பாகவும் இருப்பதைக் கவனிக்க. அந்தப் பக்கத்தில் காற்றுப் படப்பட அது மங்கும். ஏன்? ஸோடிய-பிராணை உண்டாவதால்தான். இதில் ஒரு சிறிய துண்டை வெட்டி எடுத்துத் தண்ணீர்த் தொட்டியில் எறி. அத்துண்டு, உருகி உருண்டை வடிவமடைந்து தண்ணீர்க்குள் சுற்றிச் சுற்றி வந்து அப்ஜனகத்தைத் தண்ணீரிலிருந்து வெளிப் படுத்தும். கண்ணாடிக் கோலால் அச்சிறிய துண்டைத் தண்ணீர்த் தொட்டியின் பக்கமாக ஓர் இடத்தில் நிறுத்திப் பார். மஞ்சள் வர்ணமுள்ள சுடருடன் அது எரியும். முன்னால் ஏன் எரியவில்லை? விகாரத்தில் அதிகச் சூடு உண்டாகிறது. ஸோடிய-உருண்டை சுற்றிச் சுற்றி வருவதில் சூடு வெளியில் பரவிக் கொள்ளுகிறது. ஒரே இடத்தில் அதை நிறுத்திவிட்டால், சூடு அதிகரித்து எரியச் செய்கிறது. ஸோடியமும் எரிவதால் மஞ்சள் நிறம் தோன்றுகிறது.



$$2H_2O + 2Na \rightarrow 2NaOH + H_2\uparrow$$

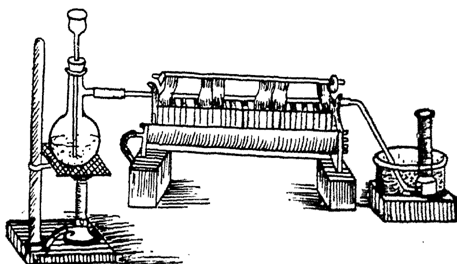
ஆகையால் ஸோடியம் தண்ணீருடன் கலந்தால் ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையும் (Sodium Hydroxide) அப்ஜனகமும் உண்டாகின்றன என்று சொல்லுகிறோம்.

ஸோடியத்துக்குப் பதிலாக, பொட்டாஸியத் துண்டைத் தண்ணீரில் எறி. ஸோடியத்தை விட அதிக

வீரியத்துடன் பொட்டாஸியம் தண்ணீரிலிருந்து அப்ஜனகத்தைப் பிரிக்கிறது. எனவே, எறிந்த உடனே அப்ஜனகம் உண்டாகிப் பொட்டாஸியத்துடன் கலந்து நீலச் சிவப்பு வர்ணத்துடன் எரியும். கால்ஸிய உலோகத்தை எடுத்துப்பார். அதன் துண்டுகள் வெகு கெட்டியாக இருக்கின்றன. உளி கொண்டுதான் அதைத் துண்டாக்கலாம். ஒரு துண்டை எடுத்துத் தண்ணீர்த் தொட்டிக்குள் எறி. இச்சமயம் ஏற்படும் பிரதிக்கிரியை சுறுசுறுப்பாயிராது. ஆனால் வாயு குமிழித்துக்கொண்டிருக்கும். அதன் மேல் வாயுஜாடியில் தண்ணீரை நிரப்பித் தலைகீழாகக் கவிழ்த்தால், மேலே வாயு சென்று தண்ணீரைக் கீழே தள்ளும். போதுமான அளவில் வாயு சேகரிக்கப்பட்டவுடன், அதை எரிகொள்ளியாற் சோதிக்கவும். ஒரு சிறிய சத்தத்துடன் அது எரியும். மேலே குறித்த சோதனைகளிலேற்பட்ட தொட்டியிலுள்ள விலயனங்களைச் சோதித்துப் பார். விலயனம் கைக்கு வழவழப்பாய் இருக்கும்; லிட்மஸ் தாளை நீலமாக்கும். அவைகள் க்ஷார விலயனங்கள்.

ஸோடியம், பொட்டாஸியம் இவ்விரண்டும் தண்ணீரை வெகு வீரியத்துடன் பிரிக்கின்றன. இவ்வீரியத்தைத் தணிக்க ஒரு முறை உண்டு. கலுவத்தில் கொஞ்சம் பாதரஸத்தை எடுத்துக்கொள். அதில் ஒரு சிறிய ஸோடியத்துண்டை எறிந்து குழவியால் அரைக்க அது பற்றி எறியும்; ஒரு வெள்ளைப்பண்டம் உண்டாகும். அதற்கு ஸோடிய-இரஸக்கலவை (Sodium Amalgam) என்று பெயர். அதைத் தண்ணீர்த் தொட்டியில் எறி. அது கீழே அமுங்கும். அப்ஜனகம் குமிழித்து வெளிவரும். அதை வாயு ஜாடியில் சேகரித்து, எரிகொள்ளியால் பரீக்ஷித்துப்பார். பிரதிக்கிரியையின் வேகம் சாதாரணமாகவும் கைக்கடங்கினதாகவும் இருக்கும். இவ்வித

மாக அலுமினியம்[1] முதலிய உலோகங்களை இரஸத்துடன் கலந்து அந்த இரஸக்கலவைகள்கொண்டு, தண்ணீரிலிருந்து சாதாரண உஷ்ணநிலையிலேயே அப்ஜனகத்தைத் தயாரிக்கலாம். இவ்விகாரங்கள் சாதாரண உஷ்ணநிலையிலேயே உண்டாகின்றன. தண்ணீரினின்று அப்ஜனகத்தை அலுமினியம் விலக்காமலிருந்தாலும் அலுமினிய ரஸக்கலவை விலக்கும். ஆனால் ஓர் உலோகத்தை இரஸக் கலவையாக்கி விகார வேகத்தை எப்பொழுதும் அதிகரிக்க முடியாது. உ-ம். ஸோடிய ரஸக்கலவை. சில உலோகங்கள் தண்ணீரிலிருந்து அப்ஜனகத்தை அதிக உஷ்ணநிலையில் பிரிக்குந்தன்மையுடையன.



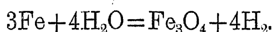
நீராவியைச் சூடான இரும்பின்மேற் செலுத்தி அப்ஜனகத்தைத் தயாரித்தல்.

படம் 42

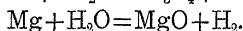
ஒரு தகனக் குழாயில் மாக்னீஸியம் அல்லது இரும்புத்துண்டுகளை எடுத்துக்கொண்டு, விடு குழாய்கள்

[1] அலுமினியத் துணுக்குகளின்மேற் சிறிதளவு இரசிக ஹரிதகை (Mercuric chloride) விலயனத்தை யூற்றிச் சிறிதுநேரம் வைத்திருந்து, திரவத்தைக் கொட்டித், துணுக்குகளைச் சுத்த நீர்கொண்டு கழுவவும். அலுமினியத்தின்மேல் இரஸப்பூச்சு உண்டாகும். இதைத் தண்ணீரிற் போட்டுச் சோதிக்கவும்.

அமைந்த தக்கைகளால் மூடித் தகனக்குழாயைச் சூடு செய். சூடேறிய உலோகத்தின்மேல், நீராவியைச் செலுத்து. வெளிவரும் வாயுவைத் தண்ணீர்த் தொட்டி வழியாகக் குமிழிக்கச் செய்து சேகரித்துப் பரீக்ஷித்துப் பார். அது அப்ஜனகமென்று காண்பாய். (42-வது படத்தைப் பார்.) தொழிற்சாலைகளில் இம்முறை கையாளப்படுகிறது. இங்குண்டாகும் அய-பிராணையை நீர்-வாயு கொண்டு (Water gas) தாக்கி இரும்பாக மாற்றி அதைத் திரும்பவும் உபயோகிக்கிறார்கள் (பின்னாற் பார்க்கவும்).



$$3Fe + 4H_2O = Fe_3O_4 + 4H_2.$$



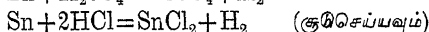
$$Mg + H_2O = MgO + H_2.$$

II. அமிலங்களிலிருந்து அப்ஜனகத்தைத் தயாரித்தல் :—

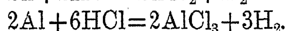
அப்ஜனகமில்லாத அமிலங்களே கிடையா. ஒரு சோதனைக் குழாயில் நாகத்துண்டுகளை எடுத்து அதன்மேல் நீரிட்ட கந்தகிகாமிலத்தை ஊற்றி வெளிவரும் வாயுவை எரிகொள்ளியால் சோதித்துப் பார். அது அப்ஜனகமென்று காண்பாய். அதேவிதமாக அலுமீனியத்தையும் வங்கத்தையும் மாக்னீஸியத்தையும் நீரிட்ட அப்ஜ ஹரிதகிகாமிலத்துடன் கலக்க, அப்ஜனகமுண்டாவதைக் கவனிக்கவும்.



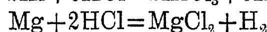
$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$$



$$Sn + 2HCl = SnCl_2 + H_2$$ (சூடுசெய்யவும்)



$$2Al + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2.$$

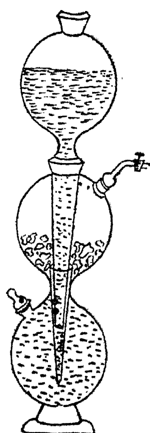


$$Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2$$

நாகமும் கந்தகத்திராவகமும் சேர்ந்து நாக கந்தகிகஜத்தையும் (Zinc Sulphate $ZnSO_4$) அப்ஜனகத்தையும் தருவதாயும், வங்கமும் உப்புத்திராவகமும்[1] சேர்ந்து வங்கச-ஹரிதகையையும் (Stannous Chloride $SnCl_2$) அப்ஜனகத்தையும் தருவதாயும் அலுமீனியம் உப்புத்திராவ

[1] உப்புத்திராவகம் = அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலம் HCl.

கத்துடன் சம்பந்தப்பட்டு அலுமீனியஹரிதகையையும் (Aluminium chloride $AlCl_3$) அப்ஜனகத்தையும் தருவதாயும், மாக்னீஸியம் உப்புத்திராவகத்துடன் சேர்ந்து மாக்னீஸியஹரிதகையையும் (Magnesium Chloride. $MgCl_2$) அப்ஜனகத்தையும் தருவதாயும், மேலே குறிப்பிடப்பட்ட ரஸாயன சமீகரணங்கள் சுட்டிக் காண்பிக்கின்றன. அதிக அளவில் அப்ஜனகம் சோதனை முறை



கிப்-யந்திரம்.

படம் 43

களுக்கு வேண்டியபொழுது நாம் கிப்-யந்திரத்தை (Kipp's Apparatus) உபயோகப்படுத்துகிறோம். இந்த யந்திரத்தில் மூன்று உருண்டை வடிவான ஆசயங்கள் இருக்கின்றன. மேல் ஆசயம் அடிப்பாகத்தில் ஒரு நீண்ட குழாயில் முடிகிறது. குழாயின் அடிப்பாகம், அடி ஆசயத்தின் அடிவரையில் வருகிறது. நடு ஆசயத்தில் நாகத்துணுக்குகள் இருக்கின்றன. திருகடைப்

பானைத் திறந்தவுடன் நீரிட்ட கந்தகிகாமிலம் நாகத்துணுக்குக்களைத் தாக்க, அப்ஜனகம் உண்டாகும். அடைப்பானை மூடினவுடன், அங்கு உண்டாகும் அப்ஜனகம் நடு ஆசயத்திலிருக்கும் திரவத்தை அமுக்க அது மேலாசயத்திற்குள் போகும். ஆகையால் வேண்டியபொழுதும், தேவையான அளவிலும் அப்ஜனகத்தை எளிதில் தயாரிக்க இந்த யந்திரம் துணைக்கருவியாயிருக்கிறது. சுத்திசெய்யப்பட்ட கந்தகிகாமிலமும் சுத்திசெய்யப்பட்ட நாகமும் கலந்து விகாரிப்பதில்லை. அந்நிலையில் மயில்துத்த விலயனத்தில் 10 அல்லது 15 சொட்டுக்களைச் சேர்த்தால் உடனே அப்ஜனகம் வெளிக்கிளம்பும். சாதாரணமாய்க் கிடைக்கும் நாகம் மாசற்றதாயில்லாததால் அது கந்தகிகாமிலத்துடன் சம்பந்தப்பட்டவுடனே அப்ஜனகமுண்டாகிறது.

பொதுவாக உலோகங்கள் அமிலங்களிலிருந்து அப்ஜனகத்தை விலக்கும் என்று முன்பு குறித்தோம். ஆனால், எல்லா உலோகங்களும் எல்லா அமிலங்களிலிருந்தும் எல்லாச் சமயங்களிலும் அப்ஜனகத்தை விலக்கா. உலோகத்தின் தன்மையையும், அமிலத்தின் தன்மையையும், அமிலத்தின் வீரியத்தையும், சோதனை நிலைகளையும் விகாரத்தின் போக்கு பொறுத்திருக்கிறது. ஸோடியம், பொட்டாஸியம், கால்ஸியம் போன்ற வீரிய உலோகங்கள் தண்ணீரைவிட அமிலங்களுடன் வெகு கடுமையாக விகாரிக்க வல்லன. கட்டிலடங்காவண்ணம் விகாரம் அங்கு நடைபெறுமாகையால், அவ்வுலோகங்கள் கொண்டு அமிலங்களிலிருந்து அப்ஜனகத்தைத் தயாரிப்பதில்லை. இரஸம், தாமிரம், காரீயம், வெள்ளீயம், இரும்பு, நாகம், மாக்னீஸியம் இவை ஒவ்வொன்றுடன் நீரிட்ட அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தைச் சேர்த்து, ஒவ்வொரு விகாரத்தின் போக்கையும் வேகத்தையும் கவனிக்க, இரஸமும் தாமிரமும் அமிலத்துடன் விகாரிக்காமலிருப்பதையும் காரீயமும் வெள்ளீயமும் வெகு மந்தமாகவும் மற்றவை வலுவாயும் விகாரிப்பதையும் காண்போம். அப்ஜனகத்தை விலக்குந்

திறனுடைய சில உலோகங்களை அவ்வவற்றின் வீரியத் திற்கிசைந்தவாறு வரிசைப்படுத்துவோம்.

↑ அப்ஜனகத்தை விலக்கும் வீரியம் அதிகரிக்கிறது	↓ அப்ஜனகத்தை விலக்கும் வீரியக் குறைவு
பொட்டாஸியம்	அப்ஜனகம்
ஸோடியம்	அஞ்சனம்
பேரியம்	பிஸ்மதம்
ஸ்ட்ரான்ஷியம்	பாஷாணம்
கால்ஸியம்	தாமிரம்
மாக்னீஸியம்	இரஸம்
அலுமீனியம்	இரஜதம் (வெள்ளி)
நாகம்	பிளாடினம்
அயம் (இரும்பு)	தங்கம்
வங்கம் (வெள்ளீயம்)	
ஸீஸம் (காரீயம்)	
அப்ஜனகம்	

அப்ஜனகத்திற்கு மேலேயுள்ளவை அதை விலக்க வல்லன. ஓர் உலோகத்தின் அவ்விலக்குந்திறன் அது அப்ஜனகத்திலிருந்து மேலே போகப் போக அதிகரிக்கிறது. அப்ஜனகத்திற்குக் கீழேயுள்ளவை எதுவும் அப்ஜனகத்தை விலக்குந் திறனற்றது. மேற்கண்ட வரிசைக்கு 'மின்சார-ரஸாயன அடுக்கு' (Electrochemical series) என்று பெயர். இதைப்பற்றிப் பின்னால் விவரிக்க நேரிடும்.

மேற்கண்ட சோதனையில் நீரிட்ட அமிலத்திற்குப் பதிலாக சுண்டின அமிலத்தை உபயோகிக்க விகாரத்தின்

போக்கு மேற்கண்டபடியே இருக்கும். வேகம் மாத்திரம் அதிகப்படும். உதாரணமாக வெள்ளீயத்தை அமிலத்துடன் கூடுசெய்ய அப்ஜனகம் அதிக அளவில் வெளிவரும். காரீயத்துடன் விகாரம் மந்தமாக இருப்பதற்கு வேறொரு காரணமுண்டு. விகாரத்தில் விளையும் ஸீஸ-ஹரிதகை (Lead chloride $PbCl_2$) ஒரு கரையாப்பொருளாகையால் ஸீஸத்தின்மேல் ஒரு ரக்ஷணப் பூச்சாகப் (Protective-layer) படிந்து நின்று அமிலம் ஸீஸத்தைத் தாக்காவண்ணங் காக்கும். அலுமீனிய இரஸக்கலவை தண்ணீரிலிருந்து அப்ஜனகத்தை விலக்குவதற்கும், இங்குக் காரணங் காணுவோம். அலுமீனியம் மாத்திரமிருக்க, விகாரம் சிறிது நடந்தவுடன் விகாரவிளைவாகிய, அலுமீனிய-அப்ஜ-பிராணை கரையாப்பொருளாகையால் அலுமீனியத்துணுக்குகளைச்சுற்றி ரக்ஷணப் பூச்சாக அமைந்து விகாரப் போக்கைத் தடுக்கிறது. இரஸக்கலவையிலோ அப்பூச்சு ஒட்டி நிற்காதாகையால் வாயு வெளிவந்துகொண்டிருக்கிறது.

இன்னும், சுத்தமான நாகத்துண்டின்மேல் நீரிட்ட கந்தகிகாமிலத்தை வார்க்க, விகாரம் மிகவும் மந்தமாக நடக்கும். இங்கு உண்டாகும் அப்ஜனகம் நாகத்தின் மேற்பாகத்திற் படிந்து விகாரம் நடக்கவொண்ணாது தடுக்கிறது என்பது ஓர் கொள்கை. இச்சமயத்தில் அமிலத்திற்குள் ஒரு பிளாடினத்துண்டைப்போட வாயுவுண்டாகி வெளிவரும். அமிலமும் நாகமும் சேர்ந்து விகாரிப்பதாலேயே அப்ஜனகம் உண்டாவதென்றாலும் அது பிளாடினத்தின் மேற்பாகத்திலிருந்து வெளிவரும்.

ஒருவித மின்சாரநிலை ஏற்படுவதே இதற்குக்காரணம். அமிலத்துடன் விகாரிக்கும் ஓர் உலோகமும் விகாரிக்காத மற்றோர் உலோகமும் அமிலத்தைத் தொட்டு நிற்க ஒரு வோல்டா-கடி (Voltaic cell) உண்டாகிறது. ரஸாயன விகாரத்திலேற்படுஞ் சக்தியில் ஒருபாகம் மின்சார சக்தியாக மாறுகிறது. எனவே, விளையும் அப்ஜனகம் பிளாடி

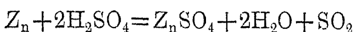
னத்திற்குச் சென்று அங்கு வெளியேறுகிறது. நாகத்தின்மேல் படியாமலிப்படிச் செல்லுவதால், விகாரம் தடைபடாமல் நடைபெறுகிறது. நாக-பிளாடின-இணை (Zn-Pt-couple) அமிலத்துடன் விகாரிக்கிறது என்றே சொல்லலாம். இப் யந்திரத்தில், துத்த விலயனத்தைச் சிறிதளவு சேர்க்க விகாரம் வேகமாக நடக்குமென்று முன்பு கண்டதற்குங் காரணமிதுவே. துத்த விலயனத்திலிருந்து நாகம் தாமிரத்தை விலக்கி, இவ்விரு உலோகங்களும் நாக-தாமிர இணையாக மாறி நாக-பிளாடின-இணை போல் வேலை செய்கிறது. சாதாரண நாகத்துணுக்குகளில் பாஷாணமும் கரியும் முக்கியமாகக்காணப்படுபவை. அமிலத்துடன் சாதாரண நாகம் விகாரிக்க, அங்கு நாக-பாஷாண, நாக-இங்கால இணைகளுண்டாகவே, விகாரம் வேகமாக நடக்கும்.

அப்ஜனகத்தை விலக்கும் உலோகம், பொடியாயிருக்கும் நிலையில், கட்டிகளாகவிருக்கும் நிலையைவிட, அமிலத்திலிருந்து அப்ஜனகத்தை வேகமாக விலக்கி வெளிவரச் செய்யும். பொடியாயிருக்கும் நிலையில், உலோகத்தின் பரப்பு-அளவு (Surface) மிக்க அதிகமாயிருப்பதே இதற்குக் காரணம்.

இன்னும், சோதனைக்குழாய்களில் நாகத்துண்டுகளையெடுத்து, நீரிட்ட சாராயிகாமிலம், நீரிட்ட கந்தகிகாமிலம், நீரிட்ட அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலம் என்பவற்றை நாகத்துடன் வெவ்வேறுகச் சேர்க்க, சாராயிகாமிலஞ் சேர்க்கப்பட்ட குழாயில் வாயு மெதுவாகவும், மற்ற இரண்டு குழாய்களில் வேகமாகவும் வருவதைக்காணலாம். இங்கு விகாரத்தின் வேகம் அமிலத்தின் வலிமையைப் (Strength of the acid) பொறுத்திருக்கிறது. சாராயிகாமிலத்தைவிட மற்ற இரு அமிலங்களும் அதிக வலிமை யுடையவை.

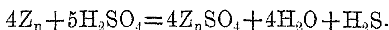
நாகத்துணுக்குகளுடன் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தைச் சேர்க்க, சாதாரண உஷ்ண நிலையில் விகாரம் ஒன்றும் ஏற்

படாது. ஆனால் அக்கலவையைச் சூடு செய்ய, காரமணமுள்ள ஒரு வாயு வெளிக்கிளம்பும். அது அப்ஜனகமல்ல, கந்தக-துவி-பிராணை.



$$Z_n + 2H_2SO_4 = Z_nSO_4 + 2H_2O + SO_2$$

சிற்சில சமயங்களில் துர்நாற்றமுள்ள அப்ஜ-கந்தகை வெளி வரலாம்.



$$4Z_n + 5H_2SO_4 = 4Z_nSO_4 + 4H_2O + H_2S.$$

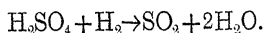
ஆகையால் அமில விலயனங்களின் வீரியத்தைப்பொருத்து வெவ்வேறு விகாரந் தோன்றும். இதைப்பற்றிப் பின்னால் உரிய இடங்களில் விவரிப்போம்.

பாக்கிய காமிலம் (Nitric acid) உலோகங்களுடன் விகாரிக்க அப்ஜனகம் வெளிவராது, வேறு பல பாக்கிய ஜனக-பிராணைகள் வெளிவருவது ஒரு விந்தையே. இதைப் பற்றி அவ்வமிலத்தைப் பற்றிப் படிக்கும்பொழுது விவரமாகக் கவனிப்போம்.

III. க்ஷார விலயனங்களிலிருந்து அப்ஜனகத்தைத் தயாரித்தல்:— ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையைத் (Sodium Hydroxide) தண்ணீரிற் கரை. அலுமீனியத் துண்டுகளையாவது நாகத்துண்டுகளையாவது வங்கத்துண்டுகளையாவது ஓர் உருண்டைக் கண்ணாடிக் கூஜாவில் எடுத்துக்கொண்டு அதன்மேல் மேற்கண்ட விலயனத்தை வார்த்து, விடுகுழாயமைக்கப்பட்ட தக்கையால் மூடிவிடு. முதலில் பிரதிக்கிரியை (Reaction) மெதுவாகவே நடந்தபோதிலும், நேரமாக ஆக, அது விரைவாகவும் வீரியத்துடனும் செல்லும். சில வேளைகளில் கட்டிலடங்காத வீரியத்துடனும் நிகழலாம். அப்பொழுது கூஜாவை, குளிர் தண்ணீரில் அமுக்கி, உஷ்ணத்தைக் குறைக்கவேண்டும். கூஜாவுக்குள்ளும் குளிர் தண்ணீரை வார்ப்பது நலம். இம்முறையில் சுத்தமான அப்ஜனகவாயு உண்டாகிறது.

$2\,Al + 6\,NaOH \longrightarrow 2Na_3AlO_3 + 3\,H_2\uparrow$ (Na_3AlO_3 = ஸோடிய அலுமீனிகஜம், Sodium aluminate).

சுத்தமான அப்ஜனகத்தைத் தயாரித்தல்:— சுத்தமான பேரிய-அப்ஜபிராணை விலயனத்தையாவது நீரிட்ட கந்தகி காமிலத்தையாவது மின்சாரிக்க (electro-lyse) சுத்தமான அப்ஜனகம் ருணதுருவத்தில் தோன்றி வெளிவரும். இவ்வாயுவை ஈரமற்றதாக ஆக்க அதைச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தில் குமிழித்து வெளியேறச் செய்யக்கூடாது. அங்ஙனஞ் செய்தால் அப்ஜனகம் கந்தகி காமிலத்துடன் விகாரித்து அதைக் கந்தக-துவி-பிராணை நிலைக்குக் குறைத்து அவ்வாயுவுடன் கூடி வெளிவரும்.



$$H_2SO_4+H_2 \rightarrow SO_2+2H_2O.$$

ஆகையால் அப்ஜனகத்தை நீரற்ற நிலையில் தயாரிக்க, அதை முதலில் நீரற்ற-கால்ஸிய-ஹரிதகைத்துணுக்குகளுக்கிடையும் (Granular anhydrous calcium chloride) பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணைக்கிடையும் (Phosphorus pentoxide) செலுத்திப் பின்பு சேகரித்துக்கொள்ளவும்.

தொழில்முறைகள்:— ஆகாய விமானங்கள் அதிகமாக ஆக, அப்ஜனகத்தின் விசேஷம் வர்த்தக உலகில் அதிகரித்துக்கொண்டே வருகிறது. செலவு சுருக்கமாக, அதிக அளவில், அதைத் தயாரிக்கும் முறைகளைக் கண்டு பிடிக்கவேண்டிய அவசியம் ஏற்பட்டுக்கொண்டே வருகிறது. மின்சாரம் எங்கு மலிவாக உண்டுபண்ணப்படுகிறதோ, அங்கு மின்சார உதவியால் அதைத் தயாரிக்கிறார்கள். ஸோடியம், ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை இவைகளைத் தயாரிக்குமிடத்தில் அப்ஜனகம் உபவிளைவாக (Bye-Product) உண்டாகிறது.

(i) **நீர் வாயு-முறை:—** நீர்வாயு (Water-gas) என்பது அப்ஜனகமும் இங்கால-ஏக-பிராணையும் (Carbon monoxide CO) சேர்ந்த கலவை. கரிக்கோல்களை மின் துருவங்களாகத் தண்ணீருக்குள் அமைத்து, மின்சாரத்தைச் செலுத்த இக்கலவை-வாயு உண்டாகும். $C+H_2O=CO+H_2$. அல்லது நீராவியைத் தணலாக்கப்

பட்ட (800°ச—900°ச) கரிமேற் செலுத்தி, அதனலுண்டான வாயுவை நீராவியுடன் சேர்த்து, 400°ச அல்லது 500°ச வரை சூடேற்றிய இரும்புத்துருவின்மேல் (ஸ்பர்சகர்த்தா) செலுத்தினல், கரியமிலவாயுவும் அப்ஜனகமுமுண்டாகும்.

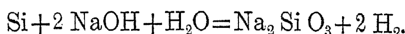
இங்கால-ஏக-பிராணையும் அப்ஜனகமுங் கலந்த கலவையைச் சூடான கால்ஸிய இங்காலகைமேல் (Calcium carbide) செலுத்தினல் அது இங்காலஏகபிராணையை உறிஞ்சிக்கொண்டு, அப்ஜனகத்தை வெளியேறச்செய்யும்.

கரியமிலவாயுவும் அப்ஜனகமுஞ் சேர்ந்த கலப்பைச் சுண்ணும்பு-வெள்ளையிற் செலுத்த, கரியமிலவாயு ஐக்கியமாகி அப்ஜனகமே வெளிவரும். அல்லது வாயுக்கலவையை 25 வாயுமண்டல அமுக்க நிலையில் தண்ணீருக்குட் செலுத்திக் கரியமிலவாயுவைக் கரைத்துவிடலாம்.

இவ்வண்ணம் தயாரிக்கப்பட்ட அப்ஜனகத்தைக் கால்ஸியத்தின்மேற் செலுத்த இரண்டும் ஐக்கியமாகும்; கால்ஸிய அப்ஜனகை (Calcium Hydride) உண்டாகும். இதற்கு ஆங்கிலத்தில் "ஹைட்ரோலித்" (Hydrolith) என்று பெயர். இத்திடப்பொருள் தண்ணீருடன் சம்பந்தப்பட்டால் அப்ஜனகத்தை வெளிவிடும். ஆகாய விமானங்களில் இந்த அப்ஜனகம் உபயோகப்படுகிறது. இப்படித் தயாரிப்பதிற் செலவு அதிகமாகிறது.

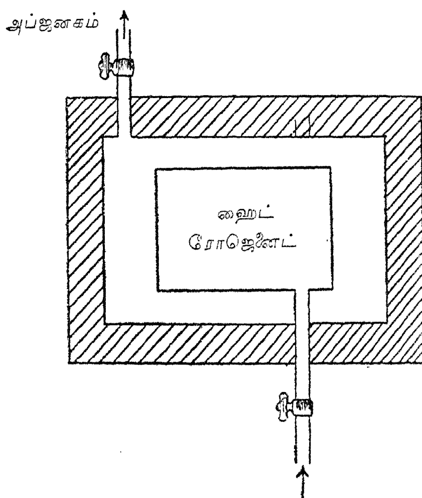
ஸிலிகால் (Silicol) முறை:—

(ii) இரும்பும் சிலகமும் (Silicon) சேர்ந்த மிச்ரலோகத்தை (Ferrosilicon) ஸோடிய அப்ஜ-பிராணையுடனும் தண்ணீருடனும் கலக்க, அப்ஜனகமுண்டாகும். ஆனல் இம்முறையைப் பின்பற்றச் சாமர்த்தியமும் சாதுர்யமும் வேண்டும்.



$$Si+2\,NaOH+H_2O=Na_2\,Si\,O_3+2\,H_2.$$

(iii) 21 பங்கு எடை சிலகத்தையும் (Silicon), 60 பங்கு ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையையும் (Sodium Hydroxide), 20 பங்கு சுட்ட சுண்ணாம்பையும் (Burnt Lime) கலந்து சிறு செங்கல் துண்டுபோல் செய்கிறார்கள். ஒவ்வொரு துண்டையும் உலோகத் தகட்டால் மூடி, அதை மற்றுமொரு (44-வது படத்தில் காட்டியபடி) பெட்டியில் அடக்கம் செய்கிறார்கள். அத்துண்டு தண்ணீருடன்

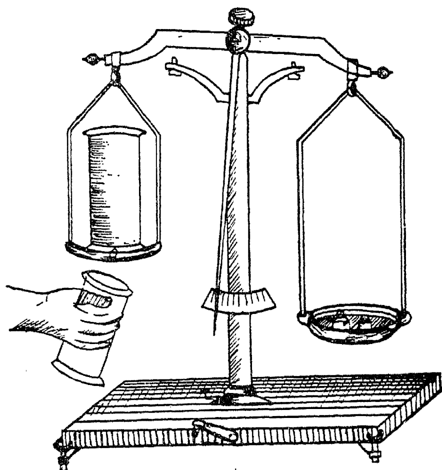


ஹைட்ரோஜெனைட்.

படம் 44

சேர்ந்தால் அப்ஜனகம் உண்டாகி வெளிவரும். இதற்கு ஹைட்ரோஜெனைட் (Hydrogenite) என்று பெயர். இதை 'அப்ஜனகக்கல்' என்று சொல்லலாம். ஒரு கன அளவுள்ள இப்பொருள் 900 கன அளவுள்ள அப்ஜனகத்தைத் தரும்.

குணங்கள் :— அப்ஜனகத்திற்கு நிறமாவது சுவையாவது மணமாவது கிடையாது. எல்லா வாயுக்களையும்விட இதுவே இலேசான வாயு. இதைவிடக் காற்று ஏறக்குறைய $14\frac{1}{2}$ மடங்கு அதிக கனமுள்ளது. தி. உ. அ. நிலை[1] யில் ஒரு லீட்டர் அப்ஜனகத்தின் நிறை 0·0899 கிராம். இந்த வாயு இலேசாயிருக்குந்தன்மையைப் பின்வரும் சோதனைகளாற் காட்டலாம்.



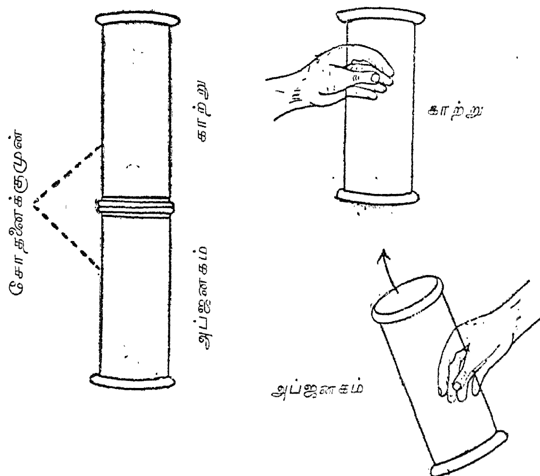
அப்ஜனகம் இலேசான வாயுவென்று தராசுகொண்டு காட்டுதல்.

படம் 45

(1) படத்திற் காட்டியபடி வாய்கீழாக வைக்கப்பட்டிருக்கும் கண்ணாடிக் குவளையில் அப்ஜனகம் செல்லும்படி செய்தால், இந்தப் பக்கத்திலுள்ள தராசின் கோல் மேலே செல்லும். இது அப்ஜனகத்தின் இலேசாயிருக்குந்தன்மையைக் கண்கூடாகக் காண்பிக்கும்.

[1] தி.உ.அ.=திட்டவுஷ்ண அமுக்க நிலை. உஷ்ண நிலை 0°ச.ம் ஆகவும் அமுக்கம் 760 ஸ.மீ. ஆகவும் இருக்கக்கூடிய நிலையைத் தி.உ.அ. என்போம்.

(2) இவ்வாயுவை, காற்றைக் கீழ்விலக்கல் முறையால் (Downward displacement of air) ஒரு பாத்திரத்திற் சேகரிக்கலாம்.



அப்ஜனகம் இலேசான வாயுவென்று காட்ட.

படம் 46

(3) அப்ஜனக வாயுவை ஒரு வாயு ஜாடியிற்சேகரித்து, தேய்த்த கண்ணாடித் தகட்டால் வாயை மூடவும். மற்றுமொரு வாயு ஜாடியை வாய்கீழாகப்பிடித்து அதை அப்ஜனகமுள்ள ஜாடிமேல் பொருந்தவைத்து, கண்ணாடித் தகட்டை உருவிவிடவும். முதலில் காற்றிருந்த மேல் ஜாடியைக் கையிலெடுத்து ஓர் எரிகொள்ளியாற் பரீக்ஷித்துப்பார். "டப்" என்ற வெடி சத்தம் உண்டாகும். ஏற்கனவே அப்ஜனகமிருந்த ஜாடியில் அதே விதமாகப் பரீக்ஷித்துப் பார்க்க அந்தச் சத்தம் உண்டாகாது. அல்லது காற்றுள்ள ஒரு வாயு ஜாடியை வாய் கீழாக இருக்கும்படி பிடித்து அப்ஜனகமுள்ள வாயு ஜாடியின் வாயைப்

படத்திற் காட்டியவண்ணம் மேல் நோக்கித் திருப்ப, அப்ஜனகம் காற்றை விலக்கி மேல் ஜாடிக்குட் செல்லும். முன் போற் சோதித்துப் பார்க்க.

(4) அப்ஜனக வாயு உள்ளிருக்கும்படி ஸோப்-குமிழிகளை உண்டாக்க அவை மேல்நோக்கிப் பறக்கும். எரிகிற மெழுகுதிரியால் அவைகளைக் கொளுத்தினால் அவை சுடர் மயமாகும்.

(5) காகிதத்தாலோ அல்லது கல்லோடியனாலோ (Collodion) செய்யப்பட்ட சிறு புகைக்கூண்டில் (Balloon) அப்ஜனகத்தை அடைக்க அது மேல் நோக்கிச் சென்று நெற்றிக்கண்ணில் (Ceiling) சற்று நேரம் ஒட்டி நின்றுவிட்டுப் பிறகு கீழிறங்கும்.

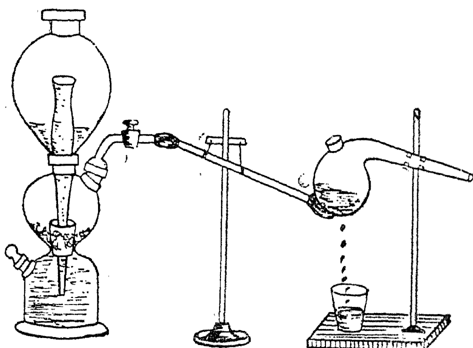
இந்த வாயு தண்ணீரில் அற்ப அளவிலேயேதான் கரையும். 0°ச உஷ்ண நிலையில் 100 க.ச.மீ. அளவு தண்ணீரில் 2 பங்கே கரைகிறது. இயல்பாக இது நச்சுத்தன்மை பொருந்தியதாயில்லாவிட்டாலும் இதிலடைபட்ட உயிர்கள் பிராணவாயு இல்லாததால், மாளுகின்றன. சிறிதளவு இவ்வாயுவை உட்கொண்டால் குரல் "கிறீச்" என்று மாறுகிறது. ஆனதால் இசைக்கருவிகளில் அப்ஜனக வாயுவைக்கொண்டு ஊத, அவைகளின் ஸ்வரஸ்தாயி அதிகப்படுகின்றது. அதிசிரமப்பட்டபிறகு டீவார் (Dewar) என்பவர் 1895-ம் வருஷம் இதைத் திரவமாக மாற்றினார். —240°ச சீதநிலைக்குக் கீழ்த்தான் இது திரவமாக மாறும். அப்படிச் செய்யப்பட்ட திரவம் நிறமற்றதாயுள்ளது. இதை இன்னுங் குளிர்ச்சி செய்தால் திடப்பொருளாக மாறும். அதன் உருகுநிலை —259°ச; கொதிநிலை —252·7°ச; தாராதர திண்மானம் 0·07.

ரஸாயன குணங்கள் :—

(1) அப்ஜனகம் எரியுங் குணமுடையது. மற்ற எரிபொருள்கள் இதில் எரியா. ஆனால், பிராணவாயுவை, இந்த வாயுவில் எரியும்படி செய்யலாம். ஒரு கண்ணாடி

வாயுஜாடியில் அப்ஜனகத்தை நிரப்பி, வாயைக் கீழாய் வைத்துக் கொளுத்திவிடு. அது எரிந்துகொண்டிருக்கும் பொழுதே பிராணவாயு வெளிவந்துகொண்டிருக்கும் கண்ணாடிக்குழாயை ஜாடிக்குள் நுழைக்கப் பிராணவாயு ஜாடிக்குள் எரிவதையும் காணலாம். ஆகையால் எரியுந் தன்மை, எரிவிக்குந்தன்மை என்ற இரண்டும் அந்யோந்ய சம்பந்தமுடையவை.

(2) அப்ஜனகம் எரியும்பொழுது, பிராணவாயுவுடன் ஐக்கியமாகி ஜலத்தைக் கொடுக்கிறது. அப்ஜனகச் சுடரைத் தண்ணீருள்ள பாத்திரத்தின் வெளிப்பக்கத்தில் தாக்கச்செய்ய, ஒரு திரவம் உண்டாகிச் சொட்டும். அதைச் சேகரித்துச் சோதித்தால் அது தண்ணீரென்று விளங்கும். (47-வது படத்தைப் பார்க்கவும்.)



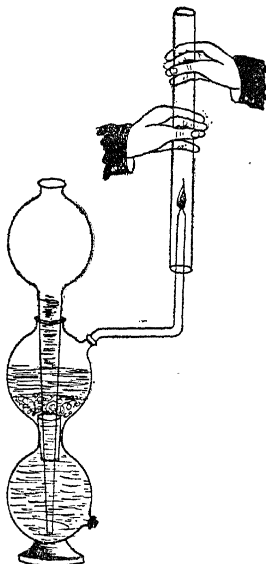
அப்ஜனகம் காற்றில் எரியத் தண்ணீருண்டாகு மென்பதைக் காட்ட.

படம் 47

(3) பிளாடினம் ஊட்டிய கல்நாரை ஒரு கண்ணாடிக் குழாயின் நுனியில், குஞ்சிகை (Brush) மாதிரி அமைத்து அதைப் புன்ஸனடுப்பிற் காய்ச்சி, அது குளிர்ந்தபிறகு, கிப் யந்திரத்திலிருந்து காம்பின் வழியாய் வெளிப்படும்

அப்ஜனகம் தாக்கும்படி பிடித்தால் அப்ஜனகம் பற்றி எரியும். பிளாடினம் இங்கு ஸ்பர்ச கர்த்தாவாக இருக்கிறது.

(4) **பாடுஞ்சுடர்கள் (ரஸாயன கீதம்)** கிப் யந்திரத்தில் ஒரு வளைத்த கண்ணாடிக்குழாயைச் செருகு. காம்பில், பிளாடினத் தகட்டைச் சுருட்டி அடைத்து, அதன் வழியாக அப்ஜனக வாயுவை வெளியேறச்செய்து கொளுத்திவிடவும். இச்சுடர் உள்ளிருக்கும்படி இருபக்

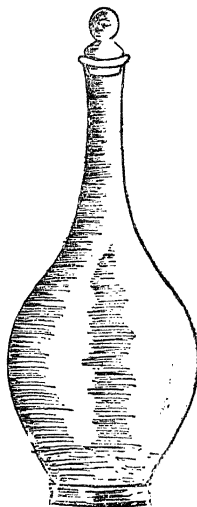


பாடுஞ் சுடர்கள்.

படம் 48

கமும் திறந்துள்ள குழாயைக் கவிழ்க்க ஓர் இசை பொருந்திய ஒலி உண்டாகும். இவ்வொலியின் ஸ்தாயி குழாயின் குறுக்களவைப் பொருத்தும், குழாய்க்குள் சுடர் நிற்குமுயரத்தைப் பொருத்துமுள்ளது. (48-வது படத்தைப் பார்க்கவும்.)

(5) வெடி-சீசாவில் (Explosion bottle) 2 பங்கு அப்ஜனகத்தையும் ஒரு பங்கு பிராணவாயுவையும் சேகரித்து அக்கலவையைக் கொளுத்த, அது காதைத் துளைக்கும்படியான பேரொலியுடன் வெடிக்கும். சீசாவின்



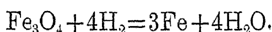
வெடி சீசா.

படம் 49

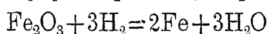
உட்புறத்தில் நீர்த்துளிகளைக் காணலாம். அப்ஜனக-பிராணவாயுக் கலவையின் எரியுந் தன்மையைப்பற்றியும் அதன் உஷ்ண நிலையைப்பற்றியும் முன்பே கவனித்தோம். இக்கலவைவாயு எரியும்பொழுது நிகழும் சூட்டில் வெள்ளி, தங்கம், பிளாடினம் முதலியவை எளிதில் உருகும்.

(6) அப்ஜனகம் நியூன கர்த்தா (Reducing agent) அதாவது அது மற்றப் பொருள்களின் சேர்மானத்தைக்

குறைக்கும். ஆகையால் அதைச் சோஷணி அல்லது க்ஷயகாரி (Reducing agent) என்றும் சொல்லலாம். உலோகப் பிராணிகளைச் சூடு செய்து அவைகளில் அப்ஜனகத்தைத் தாக்கும்படி செய்தால் பிராணிகள் க்ஷீணித்து உலோகங்களாக மாறுகின்றன. அவ்விகாரங்களில் அப்ஜனகம் பிராணவாயுவுடன் ஐக்கியமாகித் தண்ணீராக மாறுகிறது.



$$Fe_3O_4+4H_2=3Fe+4H_2O.$$



$$Fe_2O_3+3H_2=2Fe+3H_2O$$

சூடு செய்யப்பட்ட இரும்புத்துருவில் அப்ஜனகத்தைத் தாக்க, இரும்பும் தண்ணீருமுண்டாகின்றன. சோஷணஞ் செய்யும் பொருள் விருத்தியையும், சோஷணஞ் செய்யப்படும் பொருள் க்ஷீணத்தையும் அடைகின்றன. ஆகையால், பிராணீகரணம் அல்லது விருத்தி செய்தலும், நியூனிகரணம் அல்லது குறைத்தலும் ஏககாலத்திலே சேர்ந்தாற்போலவே சம்பவிக்கின்றன.

(7) **விபரீத விகாரம்** (Reversible Reaction):— நீராவியைச் சூடு செய்விக்கப்பட்ட இரும்பின்மேற் செலுத்த, அப்ஜனகமும் இரும்புத் துருவுமுண்டாகின்றன என்பதையும், இரும்புத் துருவின் மேல் அப்ஜனகத்தைச் செலுத்த இரும்பும் நீராவியும் உண்டாகின்றன என்பதையும் கவனித்தோமல்லவா? இந்த விகாரங்களை ரஸாயன முறையிற் பின் வருமாறு சமீகரித்துக் காட்டுவோம்.



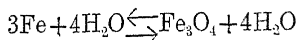
$$(1)\quad 3Fe+4H_2O=Fe_3O_4+4H_2$$



$$(2)\quad Fe_3O_4+4H_2=3Fe+4H_2O$$

முதலாவது சமீகரணத்தில் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்ட பொருள்கள் (இடதுபக்கத்திலுள்ளவை), இரண்டாவது சமீகரணத்தில் விளைபொருளாகக் (வலது பக்கத்திலுள்ளவை) காணப்படுகின்றன. இவ்விரண்டு விகாரங்களுக்

கும் விபரீத விகாரம் என்று பெயர். அதைப் பின்வருமாறு சுருக்கி அம்புமுனைக் குறிகளாற் காட்டுவோம்.



$$3Fe + 4H_2O \rightleftarrows Fe_3O_4 + 4H_2O$$

இம்மாதிரியான விபரீத விகாரங்களைப் போகப்போகக் காணலாம்.

(8) அநேக உலோகங்கள் அப்ஜனகத்தை உறிஞ்சி அப்ஜனைகைகளாக மாறுகின்றன. இப்பொருள்களைச் சூடு செய்தால் அப்ஜனகம் வெளியேறும். சில சமயங்களில், உறிஞ்சியபிறகும் உலோகத்தின் குணங்களில் மாறுபாடு ஏற்படாததால் இந்நிகழ்ச்சியை வாயுக உட்கொள்ளுதல் (Occlusion) என்று சொல்லுகிறோம்.

பின் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள உலோகங்கள் ஒவ்வொன்றும் எவ்வளவு மடங்கு அப்ஜனகத்தை (0°ச உஷ்ணத்திலும் 760 ஸ.மீ. அழுக்க நிலையிலும்) உட்கொள்ளும் என்று காண்பிக்கப்பட்டிருக்கிறது :—

உலோகங்கள்	அப்ஜனகம்
பல்லேடியக் கறுப்பு	873
பிளாடினப் பஞ்சு	493
தங்கம்	46·3
இரும்பு	19·2
தாமிரம்	4·8
ஸீஸம் (காரீயம்)	0·1

(9) சாதாரண நிலையிலிருப்பதைவிடப் பிறந்த நிலையில் அப்ஜனகம் அதிக ரஸாயன-வீரியத்தன்மையுடையது. ஒரு சோதனைக் குழாயிற் சிறுதளவு பொட்டாஸிய பர-மாங்கனிகஜ விலயனத்தை எடுத்து, அத்துடன் நீரிட்ட கந்தகிகாமிலத்தைச் சேர்த்து, அதன் வழியாகக் கிப் யந்திரத்திலிருந்து அப்ஜனகத்தைக் குமிழிக்கச்செய்யவும். மாறுதலொன்றும் ஏற்படமாட்டாது. சோதனைக் குழாயில் நாகத்துணுக்குக்களைப் போட்டு.

விலயனத்தின் வர்ணம் மாறுபட்டு நிறமற்றதாகக் கடைசியில் ஆவதைக் கவனி. ஜனனகாலத்தில் அப்ஜனகத்தின் வீரியம் அதிகம். இந்நிலைக்கு ஜனிதநிலை, பிறவிநிலை அல்லது நூதனநிலை என்று பெயர். (Nascent State)

(10) உலோகங்கள், உலோகமல்லாதவைகள் இவைகளின் குண ஒற்றுமை வேற்றுமைகளை நாம் முன்னாலேயே கவனித்தோம். அப்ஜனகம் உலோகமல்லாத தனிப் பொருள்களுடன் ஐக்கியமாகி ஸ்திரமான அப்ஜனகைகளைக் கொடுக்கிறது. (உ-ம்.) தண்ணீர், அமோனியா, சதுப்புநிலவாயு (Marsh-gas) முதலியன.

உபயோகங்கள் :—

(1) திரவ-அப்ஜனகத்தினுதவிகொண்டு அதிகமான குளிர் நிலையை அடையலாம். இவ்வுதவிகொண்டே ஆகாயத்திலுள்ள அபூர்வ வாயுக்கள் (Rare gases of the atmosphere) கண்டுபிடிக்கப்பட்டுப் பிரித்தெடுக்கப்பட்டன.

(2) பிராண-அப்ஜனக வாயுக்கலவையின் சுடராற் சுலபமாக 2800°ச உஷ்ண நிலையை அடையலாம்.[1]

(3) முன், பிராண வாயுவின் சம்பந்தமாகச் சொல்லப்பட்டபடி, சுண்ணாம்பு வெளிச்சத்திற்கும் ஸர்க்கோனியா வெளிச்சத்திற்கும் (Zirconia light) இது சாதகமாயிருக்கிறது.

---

[1] லாங்க்ம்யூர் (Langmuir) என்பவர் குறைந்த அமுக்க நிலையிலுள்ள அப்ஜனகவாயுவை மின்சாரத்தாற் சூடு செய்விக்கப்பட்ட டங்க்ஸ்டன் கம்பியாற் சூடுசெய்ய, அப்ஜனக அணுக்கள் அப்ஜனகப் பரமாணுக்களாகப் பிரிகின்றனவென்பதையும், அவை திரும்ப அணுக்களாக மாறும்பொழுது மிகமிகச் சூடு வெளிப்படுகின்றதென்பதையுங் கண்டார். இக்குணங் கொண்டு "பரமாணு—அப்ஜனக—குழலை" (Atomic hydrogen blow-pipe) என்னுமோர் கருவி செய்யப்பட்டுள்ளது. இதன் சுடர் வெகு எளிதில் 3500°ச. உஷ்ண நிலையைக்கொடுக்கவல்லது.

(4) ஆகாய விமானங்களின் போக்குவரவுக்கு முக்கிய சாதகமாயிருக்கும் பொருளும் இதுவே.

(5) இதனுதவிகொண்டே, சாதாரணமாய்ச் சாப் பிடக்கூடாத நிலையிலிருக்கும் எண்ணெய்களை (நிக்கலைத் [illegible] ஸ்பர்ச கர்த்தாவாகக்கொண்டு) சாப்பிடக்கூடிய [illegible] துக்களாக மாற்றலாம். (Hydrogenation* of oils).

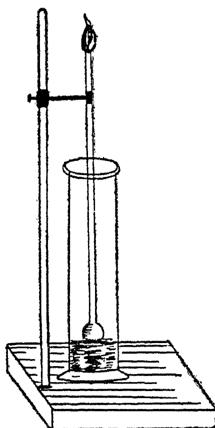
(6) ஆகாயத்திலுள்ள பாக்கியஜனகத்தைக் கட்டி முறைகளில் (Fixation of Nitrogen) இது உபயோகிக்கப் படுகிறது. அக்கட்டு முறைகளாற் பலவித [illegible] ரிக்கப்படுகின்றன.

[சமீபகாலத்தில், சாதாரண அப்ஜனக பரமாணுவின் [illegible] யைப்போல் இரண்டுமடங்கு நிறையுள்ள புது விதமான அப்ஜன கம் இருப்பதாக அமெரிக்க- சாஸ்திர நிபுணர்களிருவர் கண்டனர். அதை 'பளு-அப்ஜனகம்' (Heavy-hydrogen) [illegible] ரணமாய் வழங்கி வருகிறார்கள். அதற்கு மேல்நாட்டார் [illegible] டீரியம்' (Deuterium) என்ற சிறப்புப் பெயரை [illegible] அப்பெயரை வழங்கவும் ஒப்புக்கொண்டிருக்கின்றனர். [illegible] லோஜென் (Diplogen) என்ற பெயரால் அதைக் [illegible] சிலர் குறிப்பிட்டு வந்தனர். திரவ-அப்ஜனகத்தை [illegible] காய்ச்சி வடித்தலுக்கு உட்படுத்தியாவது, பளு-தண்ணீர் (Heavy-water) யின் வியோகத்திற்குட்படுத்தியாவது [illegible] அப்ஜனகத்தைத் தயாரிக்கலாம். இப்புதிய பொருளின் [illegible] D. (சாதாரண தண்ணீரின் சங்கேதம் H_2O. பளு-[illegible] சங்கேதம் D_2O.) இப்பொருள்களைப்பற்றி [illegible] குறிப்பிட நேரிடும். இது சம்பந்தமாகப் பல ஆ[illegible] னைகளைச் செய்துவரும் யுரே (Urey) என்ற [illegible] அமெரிக்க-ஆராய்ச்சியாளருக்கு 1934-ம் வருஷத்து [illegible] அளிக்கப்பட்டது]

அத்தியாயம் 7

வியாபகம் (Diffusion)

ஓர் அறைக்குள் ஒரு வாசனைச் சீசாவைத் திறந்து வைக்க நறுமணமானது அறை முழுவதிலும் பரவுகிறது. ஓர் உயரமான கண்ணாடிக் குவளையிற் சிறிதளவு ஈதரை



ஸாப்புக் கொப்புளத்தின் படலத்தின் வழியே ஊடுருவிச் செல்லுதல்

படம் 50

(Ether) எடுத்து அதை ஆவியாக மாறவிடு. ஒரு கண்ணாடிக் குழாயின் நுனியில் ஸோப் கொப்புளத்தை ஊதி அக்கொப்புளத்தைக் குவளைக்குள் தாழ்த்தி, மேலிருக்கும் மற்ற நுனியிற் கொளுத்த, ஒரு சுடரைக் காண்பாய்.

ஈதரின் ஆவி, ஸோப் கொப்புளப் படலத்தின் (Film) வழியாக ஊடுருவிச்சென்று வியாபிப்பதால்தான் சுடரைக் காண்கிறோம். இந்நிகழ்ச்சிகளை "வியாபகம்" (Diffusion) என்று சொல்லுகிறோம். அப்ஜனகத்தையுடைய ஒரு வாயு ஜாடியையும், வெறுங் காற்றையுடைய மற்றொரு ஜாடியையும் எடுத்துக் காற்று ஜாடியின் வாய் கீழாகவும், அப்ஜனக ஜாடியின் வாய் மேலாகவும் இருக்கும்படி வைத்து, இரு ஜாடிகளின் வாய்களையும் பொருந்தும்படி அமைக்கவும். அப்ஜனகம் காற்றைவிட 14½ மடங்கு இலேசாக இருப்பதால், நாம், அப்ஜனகம் மேல் ஜாடிக்குள்ளும், காற்று கீழ் ஜாடிக்குள்ளும் சென்றுவிடும் என்று கருதுவோம். அங்ஙனம் சென்றதையுங் கண்டோம். (பக். 150) ஏனெனில், தண்ணீரையும் எண்ணெயையும் கலந்து ஒரு பாத்திரத்தில் வைக்க, அவ்விரண்டும் ஒன்றோடொன்று கலந்துகொள்ளும் தன்மை பொருந்தியில்லாததால், எண்ணெய் மேலும் தண்ணீர் கீழுமாக வெவ்வேறாகப் பிரிந்து நிற்கும். வாயுக்களின் கலவைகள் இவ்விதமாகப் பிரிந்து நிற்கமாட்டா. மேலே சொல்லியபடி, இரண்டு ஜாடிகளையும் சற்றுநேரம் கழித்துப் பின்பு எடுத்துச் சோதித்துப் பார்த்தால், ஒவ்வொன்றிலும் காற்றும் அப்ஜனகமும் இருப்பதைக் காணலாம். மேலும், இரண்டு ஜாடிகளிலும் இவ்விரண்டு வாயுக்கள் ஒரே அளவிலும் இருக்கும். சாராயத்தையும் தண்ணீரையும் கலந்தால் அங்ஙனமே ஆகும். ஆனால் திரவ பதார்த்தங்களின் வியாபிக்குந்தன்மை சற்று மந்தமாகவுள்ளது. வாயுக்களின் அணுக்கள் ஸ்வதந்திர நிலையில் இருப்பதால், அவைகளிஷ்டப்படி அதிசீக்கிரம் இங்குமங்கும் வியாபிக்கும்.

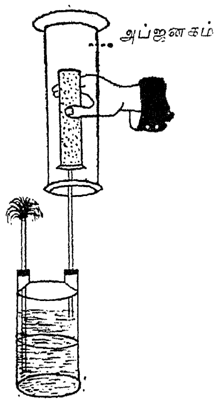
அமோனியா-விலயனமுள்ள சீசாவைத் திறக்க, அதன் மணம் அதிசீக்கிரத்தில் அறை முழுதும் பரவும். ஒரு கண்ணாடிக் குவளையில் தண்ணீரை எடுத்து அதில் ஏதாவது ஓர் அநிலீன் சாயத்தில் (Aniline dye) சிறிதளவைப் போடு. சாயம் மெதுவாகத் தண்ணீர் முழுவதிலும்

வியாபித்துக்கொள்ளும். ஒரே அளவில் தண்ணீர் முழுவதும் நிறக்கச் சில வாரங்கள் தேவையாக இருக்கலாம். திடப் பொருள்கள் ஒன்றிற்குள்ளொன்று மிக மெதுவாகத்தான் வியாபிக்கும். சூடான இரும்புடன் கரியைத் தொட்டுக்கொண்டிருக்கும்படி செய்ய, மெதுவாகக் கரி இரும்புக்குள் வியாபிக்கும். அதே விதமாகத் தங்கமும் காரீயமும் மெதுவாக ஒன்றிற்குள்ளொன்று வியாபித்துக் கொள்ளும். அவ்வண்ணமே சூடான பிளாடினத்தில் கரி வியாபிக்கும்; சூடான கண்ணாடியில் வெள்ளி வியாபித்து அதன் நிறத்தை மஞ்சளாக்கும்.

வியாபிக்குஞ் சக்தி அண்டாகர்ஷணத்தைப் (Gravitation) பொறுத்திருக்கவில்லை. ஒரு நிலைமையில் ஒவ்வொரு வாயுவுக்கும் திட்டமான வியாபிக்கும் விகிதம் உண்டு. 1832-ம் வருஷத்தில் தாமஸ் க்ரஹம் (Thomas Graham) என்பவர் வாயு அணுக்கள் வியாபிக்கும்பொழுதும், மெல்லிய ஜவ்வுகளின் வழியாகச் செல்லும்பொழுதும், அவைகளின் வேகம் அவ்வவற்றின் திண்மையைப் பொறுத்துள்ளது என்று கண்டுபிடித்தார். திண்மை அதிகமாயிருந்தால் வேகம் குறைந்தும், திண்மை குறைவாயிருந்தால் வேகம் அதிகமாயும் இருப்பதைக் கண்டார். அப்ஜனகம் எல்லா வாயுக்களையும்விட இலேசாக இருப்பதால் அதுவே மற்றவைகளைவிட வேகமாக வியாபிக்கிறது. பிராணவாயுவைவிட அப்ஜனகம் 4 பங்கு மிகுதியான வேகத்துடன் செல்லுகிறது என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது.

51-வது படத்திற் காட்டியபடி இரட்டைக் கழுத்துச் சீசா ஒன்றில் தண்ணீரைக் கிட்டத்தட்டக் கழுத்து வரையில் நிற்கும்படி விடு. தக்கை உதவியால், தண்ணீர் மட்டத்துக்குச் சற்று மேலே நிற்கும்படி ஒரு நீண்ட குழாயைச் செருகு. மேல் நுனியில் தக்கை கொண்டு சிறுகண்ணறையுள்ள மண் குவளையைப் (Porous cylinder)

பொருத்து. மற்றொரு கழுத்தில் தக்கை கொண்டு காப்புடன் கூடிய ஒரு குட்டைக் குழாயை வைத்து அடை. இக் குழாயில் ஜலம் நுனிவரையிலிருக்கும்படி செய்ய மற்றக் கழுத்திலுள்ள தக்கையைச் சற்று அழுத்து. கண்

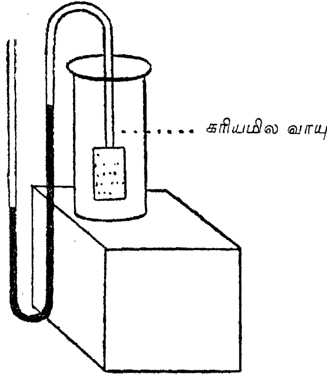


வியாபகச் சோதனை I

படம் 51

ணாடிப் போகணியில் அப்ஜனகத்தைத் தயாரித்து அதைக் கண்ணறைக் குவளைக்குமேல் கொண்டுவந்து தணி. (படத்திற் காட்டியவண்ணம்.) உடனே குட்டைக் குழாயின் வழியாய்த் தண்ணீர் வெளியில் பீச்சுவதைக் கவனி. அப்ஜனகத்தின் வியாபக வேகம் அதிகமாயுள்ளதால், அது கண்ணறை-போகணிக்குள், அதனளவுக்குச் சமானமான காற்று வெளியேறுவதற்குமுன், சென்றுவிடுகிறது. ஆனதுபற்றி, இவ்வதிக அளவுள்ள வாயு உட்புகுந்திருப்பதால், அமுக்கம் அதிகமாகத் தண்ணீர் அமுக்கப்பட்டுச் சிறு

குழாய் வழியாக வெளியேறுகிறது. (52-வது படத்திற் காட்டியபடி இங்கால-துவி-பிராணையை, CO_2, உபயோகித்து மேற்கண்ட சோதனையைச் செய்துபார்க்கவும்.)



வியாபகச் சோதனை 2

படம் **52**

அப்ஜனக ஜாடியைத தணிக்குமுன்னே, காற்றானது கண்ணறை-போகணியின் உள்ளிருந்து வெளியிலும், வெளியிலிருந்து உள்ளேயும், ஒரே வேகத்தில் சென்று கொண்டிருந்ததால் அமுக்கம் ஒரே நிலையிலிருந்தது. இந்த ஸ்திதிக்குச் "சலன சமநிலை" (Dynamic Equilibrium) என்று பெயர்.

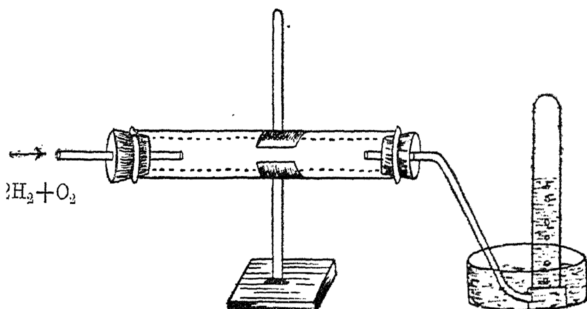
தாமஸ் க்ராஹம், பல வாயுக்களைப் பரிசோதித்ததன் பலனாக, "வியாபக நியாயத்தைக்" (Law of diffusion) கூறினார்.

"வாயுக்களின் தாரதர வியாபக வேகங்கள் (ஒரே உஷ்ண அமுக்கநிலையில்,) அவ்வவற்றின் தாரதரத் திண்மைகளின் வர்க்க மூலங்களை (Square Root) எதிர்விகிதஸாம்யமாகப் (Inversely proportional) பொறுத்து இருக்கின்றன."[1]

உதாரணம் :—

	பிராணவாயு	அப்ஜனகவாயு
திண்மானம்	16	1
வர்க்கமூலம்	$\sqrt{16}=4$	$\sqrt{1}=1$
எதிர்விகித ஸாம்யம்	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{1}$
வியாபக வேகம்	1	4

பிராணவாயுவின் வியாபக வேகம் : அப்ஜனக வியாபக வேகம் :: $\frac{1}{\sqrt{16}} : 1$ அதாவது $1 : 4$. இக்குணங்கொண்டு ஒருவாறு, வாயுக் கலவைகளைப் பிரிக்கலாம்.



ஆவிபந்தன விலக்குஞ் சாதனம்

படம் 53

[1] The rates of diffusion of gases (at the same temperature and pressure) are inversely proportional to the square roots of their relative densities.

ஒரு மண் குழாயின் வழியாய்த் தண்ணீரை மின்சாரிக்கும்போது விளையும் அப்ஜனக-பிராணவாயுக் கலவையைச் செலுத்திக் குழாயிலிருந்து வெளிவரும் வாயுவைத் தண்ணீர் வழியாகச் சேகரித்து அதைச் சோதனை செய்துபார். அதில் பிராணவாயு அதிக அளவில் இருப்பதைக் காண்பாய். அப்ஜனகவாயு துவாரங்களின் வழியாய்ச் சீக்கிரத்தில் வெளியே சென்றுவிடுகிறது. இப் பிரிதலுக்குக் க்ரஹம் அட்மாலிஸிஸ் (Atmolysis) என்று பெயரிட்டார். (Atmos = ஆவி, lyo = நான் பிரிக்கிறேன்) அதற்கு நாம், ஆவிபந்தன-குலைப்பு அல்லது விலக்கு என்று பெயரிடுவோம். (படம் 53).

வாயு	குராகுர இண்மானம்	கணக்கிடப் பட்ட வியாபக வேகம் $\frac{1}{\sqrt{\text{குராகுர இண் மானம்}}}$	சோதனையிற் கண்ட வியாபக வேகம்
அப்ஜனகம் (H_2)	1	1	1
பிராணவாயு (O_2)	16	0·250	0·248
பாக்கியஜனகம் (N_2)	14	0·267	0·265
கரியமிலவாயு (CO_2)	22	0·213	0·212
இங்கால-ஏக-பிராணை (CO)	14	0·267	0·278
சதுப்புநில வாயு (CH_4)	8	0·354	0·351

சோதனைகளிற்கண்ட வியாபக வேகங்களும் கணக்கிடப் பட்ட வேகங்களும் (வெகு அற்ப அளவில் வித்தியாசப் படுகின்றனவேயொழிய) அநேகமாய் ஒரே அளவிலிருக்கின்றன.

இந்நியாயத்தைக்கொண்டு வாயுக்களின் வியாபக வேகங்களை, திண்மை தெரிந்த ஒரு வாயுவின் வேகத்துடன் ஒப்பிட்டுப்பார்த்து, அவைகளின் திண்மைகளைக் கணக்கிட லாம்.

“க”, “ச” என்ற இரண்டு வாயுக்களின் திண்மானங் களை $தி_1$ $தி_2$ என்றும், அவைகளின் வியாபக வேகங்களை, $வே_1$ $வே_2$ என்றும் முறையே குறிப்பிடுவோம். “க்ரஹ”த் தின் நியாயப்படி, $வே_1 \sqrt{தி_1} = வே_2 \sqrt{தி_2}$. இவைகளில் மூன்றின் அளவு தெரியுமேயானால், நான்காவதைக் கணக்கிடலாம்.

“ஸாரெட்” (Soret) என்பவர் கரியமிலவாயு, ஓஸோன் இவைகளின் தராதர வேகம் முறையே 0·29, 0·271 அளவிலுள்ளதென்று கண்டுபிடித்தார். கரியமில வாயுவின் தராதர திண்மானம் 22. (அப்ஜனகம் = 1) ஓஸோனுடைய திண்மானம் என்ன? க்ரஹம் நியா யத்தை உபயோகிக்க,

$$0{\cdot}29 \times \sqrt{22} = 0{\cdot}27 \times \sqrt{தி_2}$$

$$\sqrt{தி_2} = 0{\cdot}29 \times \sqrt{22} \div 0{\cdot}27 = 5{\cdot}02$$

$$தி_2 = (5{\cdot}02)^2 = 25{\cdot}2$$

அத்தியாயம் 8

சலன-ஸங்கல்பமும் விஞ்ஞானமும் (Kinetic Theory)

ஒரு வாயுவிலுள்ள அணுக்களெல்லாம் ஒரே தன்மை பொருந்தியவைகளா? ஆவி-பந்தன-விலக்கு முறையால் இதை அறியலாம். நுண் துவாரமுள்ள மண் குழாய் வழியாய் அப்ஜனக வாயுவையோ, வேறு எந்த வாயுவையோ செலுத்த, அது வியாபித்துக் குழாய்க்கு வெளியிலும் செல்லும். குழாயின் நுனியைவிட்டு வெளியேவரும் வாயுவிற்கும் குழாயின் சுவர் வழியாய் வியாபித்து வெளியேறும் வாயுவிற்கும் யாதொரு வித்தியாசத்தையும் பிரத்தியக்ஷத்தில் இதுவரை யாருங் கண்டதில்லை. அந்த வாயுவிலுள்ள அணுக்கள் பலவிதமாயிருக்குமேயாயின், அதிகத் திண்மையுள்ள அணுக்களும் அவைகளைவிட இலேசாயுள்ள அணுக்களும் இவ்விதமாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கவேண்டுமல்லவா? அங்ஙனமொன்றும் ஏற்படாததால் எடுத்துக்கொண்ட வாயுவிலுள்ள அணுக்களெல்லாம் ஒரே விதக் குணங்கொண்டவை என்று நன்கு விளங்குகிறது.

வில்லியம் ராம்ஸே (William Ramsay) என்ற ரஸாயன நிபுணர், பலதடவைகள் ஆவிபந்தன விலக்குதலைச் செய்ய, ஆகாயத்திலுள்ள பாக்கியஜனகத்தின் திண்மானம் ஏறிக்கொண்டே வந்ததைக் கவனித்தார். ஆகையால் அவ்வாயு ஒரு கலவையாக இருக்கவேண்டுமென்று மிகச் சரியாக மதித்தார். அதன் பயனாகவே அலஸம் (Argon) என்ற வாயு கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

ஒரு கண்ணாடிப் போகணியில் தண்ணீரை எடுத்துக் கொள். தண்ணீர் மேல்மட்டத்தைக் குறித்துக்காட்டும்படி ஒரு காகிதத்துண்டை ஒட்டு. இதில் கொஞ்சம் சர்க்கரையையாவது உப்பையாவது போட்டுக்கலக்கு. திரவத்

தின் பருமனளவு வித்தியாசப்பட்டிருக்கிறதா? இல்லை. ஏன்? இதைத் தெளிவுபடுத்தும் வாதத்திற்குச் "சலன ஸங்கல்பம்" அல்லது "சலன விஞ்ஞானம்" என்று பெயர். இதைப்பற்றிச் சற்றுக் கவனிப்போம்.

எல்லா வஸ்துக்களுக்கும் நிறையும் பருமனளவும் உண்டு. இக்குணங்கள்தான் வஸ்துவின் மூலகுணங்கள். அதற்குரிய நிறம், மணம் முதலியவை வஸ்துவின் ஸாமான்ய குணங்கள். வஸ்து பல உஷ்ணநிலைகளிலோ மின்சாரிக்கப்பட்ட தன்மைகளிலோ இருக்கலாம். ஒரு ஸ்திதியிலுள்ளதை மற்றொரு ஸ்திதிக்கு மாற்றவேண்டுமானால், அதனிடத்தில் ஏதேனும் ஒரு காரியம் செய்தல் வேண்டும். சக்கரச்சாணையை ஓட்ட, மனிதத்தசைச் சக்தியைச் செலவிடவேண்டும். உருளுகிற சாணைக்கல்லில் ஒரு இரும்புத்துண்டைப்பிடிக்கப் பொறிகளுடன் சூடு முண்டாகிறது. செலவு செய்யப்பட்ட சக்திக்கும் சூடு உண்டான அளவுக்கும் திட்டமான பாத்தியமிருக்கிறது. யாந்த்ரிகசலனம் (Mechanical Motion), உஷ்ணம் இவ்விரண்டும் பரஸ்பரமாக மாறக்கூடியவை. (உ-ம்) அடுப்பை மூட்டிக் காற்றைச் சூடுசெய்ய, "உஷ்ணக் காற்றுக்கதியந்திரம்" (Hot-air-motor) ஓடும். அதேவிதமாக யாந்திரிக சலனத்துக்கும் மின்சாரத்துக்கும் பரஸ்பரமாய் மாறுந்தன்மை யுண்டு. மின்சாரத்தால் கதியந்திரமோடுகிறது. உஷ்ணம், வெளிச்சம், மின்சாரம், இவைகளை ஒன்றை மற்றொன்றாக மாற்றலாம். (உ-ம்) மின்சார விளக்குகள், மின்சார அடுப்புக்கள். ஆகையால், உஷ்ணம், ஒளி, மின்சாரம், யாந்திரிக சலனம், இவையெல்லாம் சக்தியின் விகாரங்களே. ஆனதுபற்றியே ஜூல் (Joule) என்பவர் பின்வருமாறு சொன்னார்.

"சக்தியின் ஒரு ஸ்திதி, நேராகவோ, படிப்படியாகவோ, மற்றொரு ஸ்திதிக்கு மாற்றப்படமுடியும்." இதற்குச் "சக்திமாற்ற-நியாயம்" (Law of Transformation

of Energy) என்று பெயர். சக்தியைச் செலவுசெய்ய வேலை நடக்கும். செய்த வேலை = செலவழிக்கப்பட்ட சக்தி. பிண்டமும் சக்தியும் இணைபிரிக்கமுடியாதனவாக ஒன்றுசேர்ந்திருக்கின்றன. சௌகரியத்தின் பொருட்டு அவைகளைத் துண்டாக ஸங்கல்பித்துக்கொள்ளுகிறோம். பிண்டத்தைப்போற் சக்தியும் அழியாக்குணமுடையது. சக்தி மாற்றத்திலே சக்திக்குறைவாவது லாபமாவது இது வரை ஒருவராலும் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. இதை "சக்தி அவிநசத்வம் அல்லது சக்தியழியாமை" என்று சொல்லுவோம் (Conservation or persistence of energy).

பிண்ட அணுவாதம்

ஜே. பி. கூக் என்பவர் பின்வருமாறு சொல்லுகிறார்:— "ரஸாயன முறைகளின் உண்மையை அறிய, 'அணுக்களின் சேர்க்கைதான் பிண்டத்துக்கு ஆதாரம்' என்பதை நம்பவேண்டும்."

ஒரு பொருளை எடுத்துக்கொள்ளுவோம். அதில் கணக்கிடமுடியாத அளவில் வெகு நுட்பமான அணுக்கள் (Molecules) இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு அணுவும் விபின்னமாயும் (discrete), ஜடத்தின் குணங்கள் பொருந்தியதாகவுமிருக்கிறது. ஆனால், ஒரு அணுவில், ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அளவில் பரமாணுக்கள் (Atoms) இருக்கலாம்.

பிண்டம் தொடர்ச்சியாகவும் அவிச்சின்னமுள்ளதாகவும் (Continuous) இருக்கிறதா? பேதித்து நிற்கிறதா? வியாபகத்தன்மையை ஆராய்ச்சி செய்யுங்கால், 'பிண்டம் தொடர்ச்சியாக இருக்கமுடியாது. பேதித்துத்தான் இருக்கவேண்டும்' என்ற நியாயத்தை அங்கீகரிக்கவேண்டியிருக்கிறது. இல்லாவிட்டால், ஒரே காலத்தில் ஒரே

இடத்தில் இரண்டு தொடர்ச்சியுள்ள பொருள்கள் இருக்கமுடியுமா? வாயுவைச் சுருக்கவோ விரிக்கவோ எங்ஙனம் முடியும்? ஆகையால் பிண்டம் பேதித்த நிலையில் தானிருக்கவேண்டுமென்றும், அந்நிலையில்தான் பிண்டத்தின் நுண்திவலைகளை இறுக்கமாக அடைக்கலாமென்றும் நாம் உணருகிறோம். இவ்வுண்மையை வெகு காலத்திற்கு முன்பேயே அறிந்திருக்கிறார்கள். பிண்டத்தின் அணுக்களுக்கு இடையே வெற்றிடமிருக்கவேண்டும். இவ்வெற்றிடத்தைக் குறைக்க அணுக்கள் ஒன்றுக்கொன்று சமீபத்திலமைந்து பிண்டத்தின் பருமன் குறையும். அமுக்கும் சக்தியை விடுவித்துவிட்டால், பழைய ஸ்திதிக்கு அணுக்கள் போய்விடும். இதற்குமாறாக, அணு-இடைதூரத்தை அதிகரிக்கப் பிண்டத்தின் பருமன் பெருகும். இந்தக் கொள்கையை ஒப்புக்கொண்டாலொழிய 'அப்ஜனகம் எங்ஙனம் வியாபித்தது? சாயம் தண்ணீரில் எங்ஙனம் சமமாகப் பரவி நின்றது? சர்க்கரையைக் கரைத்தும், தண்ணீர், விலயனம் இவைகளுடைய பருமன் எங்ஙனம் ஒன்றாகவே இருந்தது' என்பதைத் தெளிவுபடுத்த முடியாது. திரவத்தின் அணுக்களுக்கு இடையிலுள்ள வெற்றிடத்தில் சர்க்கரை அணுக்கள் அமர்கின்றன. பௌதிக ரஸாயன குணங்களின் ஆராய்ச்சியின் பயனாகப் பின் சொல்லப்பட்டுள்ள முடிவுகளுக்கு வந்திருக்கிறார்கள் சாஸ்திர நிபுணர்கள் :—

(1) "பிண்டம் தொடர்ச்சிநிலை பொருந்தியதன்று. பேதித்துத்தான் இருக்கிறது. நுட்பமான சிறு துளிகளாகிய அணுக்கள்தாம் பிண்டத்தின் ஜோடனைக்குக் காரணம்.

(2) இந்த அணுக்களுக்கு இடையில் வெற்றிடங்கள் பொருந்தியிருக்கின்றன. வாயுஸ்திதியில் அணுக்களின் பருமனையும் வெற்றிடத்திற்குரிய பருமனையும் ஒப்பிட்டுப் பார்க்குமிடத்து, அணுக்கூட்டத்தின் பருமன் சொற்ப அளவிலேயேதான் இருக்கிறது.

(3) எந்நேரத்திலும் ஓர் அணுவேனும் அசைவற்றதாக இருக்காது. எப்பொழுதும் இங்குமிங்கும் அலைந்து கொண்டே இருக்கும். அவ்விதம் அலையாத நிலையில் வாயுக்கள் எப்படி வியாபிக்கும்? பல திண்மை பொருந்திய வாயுக்கள், கனமுள்ளவை அடியில் தங்கியும், இலேசாயுள்ளவை மேலே தங்கியும் பிரிகிறதேயில்லை. ஓரணுவுக்கும் மற்றோரணுவுக்கும் உள்ள இடம் குறைவு பட்டிருத்தலினாலேயே திடப்பொருள்கள் பிடிமானமுள்ளனவாயிருக்கின்றன; திரவங்களில் அவ்வளவு பிடிமானம் கிடையாது.

(4) அணுக்கள் எல்லாப் பக்கங்களிலும் செல்லும். அவை நேர்நோக்கித்தான் செல்லும். (அணுக்கள் எப்பொழுதும் சலன நிலையில்தானிருக்கும்.)

(5) பாத்திரத்தின் பக்கங்களில் அணுக்கள் தாக்குவதால்தான் அமுக்கம் உண்டாகிறது. அமுக்கமானது, அணுவின் பிண்டத்தையும், அதன் வேகத்தையும் பொறுத்திருக்கிறது. சூடு செய்தால் வேகம் அதிகமாகும். வேகமதிகமானால், பாத்திரத்தின் பக்கங்களில் அணு முன்னிலும் அதிகமாகப் பல தடவைகள் வந்து தாக்கும். ஆகையால் அமுக்கமும் அதிகமாகும். அணுக்கள் பாத்திரத்தில் தாக்குவதுமல்லாமல் ஒன்றோடொன்று மோதவுஞ் செய்யும்.

(6) அணுக்களுள் ஒவ்வொன்றும் முற்றிலும் ஸ்திதிஸ்தாபகத்வமுள்ளதாக அதாவது முற்றிலும் மீறியெழுந்தன்மை (Perfectly elastic) பொருந்தியதாக இருக்கும். ஒவ்வொரு முட்டின் (Collision) முடிவிலும் வேககாதத்தில் (Momentum) கொஞ்சமேனும் குறைவு ஏற்படாமல், மீண்டெழும். தாக்குவதில் அணுவின் சக்தியில் யாதொரு குறைவுமேற்படுகிறதில்லை.

(7) முற்றிலும் சுயேச்சையாக வாயுவிலுள்ள அணுக்கள் நகரமுடியாது. சில அணுக்கள் ஒன்றை

யொன்று கவர்ந்திழுக்கும். அழுக்கப்பட்ட வாயுக்களில் அணுக்கள் முன்னிலும் அதிகமாகச் சமீபித்திருப்பதால் இந்தக் கவர்ச்சி (ஆகர்ஷணம்) அதிகப்படும்.[1]

வாயுமண்டலமும் வாயுசம்பந்தமான நியாயங்களும்

நமது உயிருக்குக் காரணமாயுள்ள நாம் சுவாசிக்கும் காற்றானது பூமியைச் சேர்ந்ததே. நம்மைச் சுற்றிலும்

---

[1] Summary of molecular theory :—

(1) Matter is not continuous but discrete. It is made up of small particles called Molecules.

(2) There is always some interspace between molecules. The volume occupied by the molecules alone, especially in gases, is very small when compared with the space not occupied by them.

(3) No molecule is ever at rest. Molecules are always in constant motion.

(4) They travel in all directions but travel only in straight lines.

(5) The impacts of molecules on the sides of the containing vessel cause pressure and this pressure is proportional to the mass and velocity of the molecules. The velocity is increased when the temperature is increased.

(6) Molecules are perfectly elastic and never lose any energy on striking the walls. They rebound after a collision without any loss of momentum.

(7) Since molecules have a slight attractive force one for the other especially appreciable with increasing concentrations, the molecules of gases do not always move quite independently of one another.

ஒன்றுமில்லாத இடமிருப்பதாகக் கருதக்கூடாது. நாம் ஒரு பெரிய வாயுமண்டலத்தினடியே இருக்கிறோம். காற்றிற்குக் கனம் உண்டு. இவ்விஷயத்தை நம் முன்னோர்களறிந்திருந்தார்கள்.

திட்ட உஷ்ண அமுக்க நிலையில் 1000-கன சதாம்ச மீட்டரளவுள்ள காற்றின் நிறை 1·293 கிராம். தண்ணீரின் கனத்தை ஒன்றென்று வைத்துக்கொண்டால் காற்றின் கனம் 0·001293 ஆகவும், பிராணவாயுவின் கனத்தை 32 என்று வைத்துக்கொண்டால் காற்றின் கனம் 28·95-ஆகவும் இருக்கிறது.

வெகுகாலம் வரையில் இயற்கையில் வெற்றிடம் அல்லது சூன்ய இடம் இருக்கமுடியாது என்ற கொள்கை இருந்து வந்தது. ஆனால் தண்ணீரை 34 அடிக்குமேல், நீர்-உறிஞ்சு-யந்திரத்தால் (Suction Pump) ஏற்ற முடியாது என்ற விஷயத்தையும், ஒரு நீளக்குழாயிற் பாதரஸத்தை நிரப்பி, அதைப் பாதரஸத்திற்குள் வாய்கீழாக நிறுத்த, குழாயில் 76-சதாம்ச மீட்டரளவிற்குமேல் (அல்லது 30 அங்குலம்) பாதரஸம் நிற்காது என்பதை டாரிஸீலி கண்டுகொண்டதையும் கவனிக்குங்கால், "இயற்கை சூனிய இடத்தை வெறுக்கிறது" என்று ஏற்கெனவே இருந்த கொள்கையைக் கைவிடவேண்டியதுதான். பாதரஸம் நிற்கும் உயர அளவானது வாயுமண்டலத்தின் அமுக்குமளவைக் குறிக்கிறது. அது ஒரு சதுர சதாம்ச மீட்டருக்கு 1033·3 கிராமளவிலாவது அல்லது ஒரு சதுர அங்குலத்திற்கு 14·7 பவுண்டு அளவிலாவது அமுக்குகிறது.

கன அளவிற்கும் அழக்கத்திற்குமுள்ள சம்பந்தம் :—

அமுக்க அளவு மாறுதலால் கன அளவும் மாறும். ராபர்ட் பாயில் (Robert Boyle) என்பவர் ஜலாசயத்தை (bladder) ஊதிக் கொப்புளமாக்கிக் காற்று வெளியே போகாதபடி கட்டி, அதை வாத ஆகர்ஷண யந்திரத்தின்

(அதாவது வாயுவாங்கி யந்திரத்தின்—air-pump) தகட்டில் வைத்து, அதைக் கண்ணாடி மணிஜாடியால் மூடி, ஜாடியிலுள்ள காற்றை வெளியேற்ற வேற்ற உள்ளிருக்கும் அமுக்கம் குறைந்து, கொப்புளம் வர வர உப்பி முடிவில் வெடித்ததைக் கண்டார். அவர் 1660-ம் வருஷத்தில் வெகு கவனத்துடன் செய்த சோதனைகளின் பயனைப் பின்வரும் நியாயத்தைக் கூறினார். "உஷ்ணம் மாருத நிலையில், எடுத்துக்கொண்ட வாயுவின் பருமன் அல்லது கன அளவு, அமுக்கத்திற்கு எதிர்வித ஸாம்யமாக மாறுகிறது."[1] அதாவது, அமுக்கம் அதிகமானால் பருமன் குறையும், அமுக்கம் குறைந்தால் பருமன் அதிகமாகும்.

(உ-ம்) பன்னிரண்டு லீட்டர் அளவுள்ள பாத்திரத்தில் இடையீடு (friction) இல்லாமல் மேலுங் கீழும் எளிதில் நழுவிச் செல்லும்படியான முசலகம் (piston) அமைத்திருக்கிறது என்று வைத்துக்கொள்வோம். மேலும், உள்ளிருக்கும் காற்று ஏதோ ஒரு கனத்தைத் தாங்கும்படியான சக்தியுள்ளது என்றும் வைத்துக்கொள்ளுவோம். அந்தக் கனத்துக்குச் சமானமான இன்னுமொரு எடையை முசலகத்தின்மேல் வைக்கப் பருமன் 6 லீட்டராக மாறும். மூன்று பங்குள்ள எடையைத் தாங்கும்பொழுது அதன் பருமன் 4 லீட்டராகவும், நாலு பங்கு எடைக்கு 3 லீட்டராகவும் 6 பங்கு எடைக்கு 2 லீட்டராகவும் மாறும்.

அமுக்கம் (அ)	1	2	3	4	6
பருமன் (ப)	12	6	4	3	2
அமுக்கம் × பருமன்	12	12	12	12	12

$$அ_1 \times ப_1 = அ_2 \times ப_2 = அ_3 \times ப_3 = \ldots\ldots = க.$$

அமுக்கம் பருமன் இவைகளின் பெருக்குத் தொகை எப்பொழுதும் ஒரே ராசியைக் கொடுக்கும்.

[1] The temperature remaining constant, the volume of a given mass of gas is inversely proportional to the pressure.

இதை அ $\propto \frac{1}{ப}$* அல்லது ப $\propto \frac{1}{அ}$

அல்லது $அ_1 \times ப_1 = அ_2 \times ப_2 = க$ என்று குறிப்பிடலாம்.

இந்நியாயம் அதிக அமுக்கநிலையிலும் குறைந்த அமுக்க நிலையிலும் அநேகமாய்ப் பொருந்தியிருக்கிறது.

75·5 சதாம்ச மீட்டரளவுள்ள அமுக்க நிலையில் ஒரு வாயுவின் பருமன் 4·5 லீட்டராக இருந்தால் 76·0 சதாம்ச மீட்டர் அமுக்கநிலையில் அதன் பருமன் எவ்வளவு?

$அ_1 = 75·5$ ச. மீ. ; $ப_1 = 4·5$ லீட்டர்.

$அ_2 = 76·0$ ச. மீ. ; $ப_2 = ?$

$$\text{புதிய பருமன்} = \frac{4·5 \times 75·5}{76} = 4·47 \text{ லீட்டர்கள்.}$$

பின்னால் சோதனை செய்ததில், பாயிலின் விதி முற்றிலுஞ் சரியன்று என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. முக்கியமாக, அதிக அமுக்க நிலையில், இவ்விதி சரியானதாக இல்லை.

உஷ்ணத்தாலேற்படும் பேதங்கள் :—

அமுக்க நிலையை மாற்றுமல் வைத்துக்கொண்டு, உஷ்ணம் பருமன் இவைகளின் சம்பந்தா சம்பந்தத்தைக் கவனிப்போம். 1790-ம் வருஷம் ஜோஸப் ப்ரீஸ்ட்லி "பிரஸாரகுணநீய" அளவை அல்லது பருமப் பெருக்க வெண்ணைக் (Coefficient of expansion) காணப் பரிசோதனைகள் செய்தார். அவைகளின் பயனுகக் கரியமிலவாயுவும் காற்றும் ஒரே அளவில் சூடு செய்யப்பட்டால், அவை ஒரே அளவில் விரிகின்றன என்பதைக் கண்டார். கேலூஸாக் (Gay-Lussac) 1802-ம் வருஷம் திடப்பொருள்கள் திரவப் பொருள்கள் இவைகளுக்கு மாருக எல்லா வாயுக்களும் உஷ்ணத்தால் ஒரேவிதமாகப் பாதிக்கப்படுகின்றன என்பதை அறிந்தார். இதற்குமுன்பே ஜே. ஏ. ஸி. சார்ல்ஸ்

* 'அ $\propto \frac{1}{ப}$' என்பதற்கு அமுக்கம் $\frac{1}{ப}$ என்பதற் கேற்றவாறே மாறும் என்று பொருள்.

(Charles) என்பவர் "அமுக்கம் மாருத நிலையில், ஒரே கனபரிமாணமுள்ள வாயுக்களை ஒரே உஷ்ண நிலையளவிற்குச் சூடுசெய்ய அவை ஒவ்வொன்றும் ஒரே அளவிற் பருக்கின்றன" என்று கண்டார். அங்கு சதாம்ச உஷ்ண நிலை அளவு ஒவ்வொன்றிற்கும் 0°ச உஷ்ணநிலையிலுள்ள பருமனின் 273-ல் ஒரு பங்கு வித்தியாசத்தை அடைகிறது. (உ-ம்) வாயுவின் பருமனை 0°ச உஷ்ணநிலையில் 273 என்று வைத்துக்கொள்ளுவோம். அதை ஒரு சதாம்ச உஷ்ணநிலை அளவிற்கு (1 degree Centigrade) சூடு செய்தால் அதன் பருமன் 274 ஆகும். ஒரு அம்ச அளவு குளிர்வித்தால் 272 ஆகும்.

0°ச-ல் வாயுவின் பருமன் $=ப_0$ என்று வைத்துக்கொள்ளுவோம்.

அதை 1°ச சூடு செய்யப் பருமப் பெருக்கம் $=\frac{ப_0\times 1}{273}$

1°ச-ல் மொத்தப் பருமன் $=ப_0+\frac{ப_0\times 1}{273}=ப_0\left(1+\frac{1}{273}\right)$

உ$^\circ$ச சூடு செய்யப் பருமப் பெருக்கம் $=\frac{ப_0\times உ}{273}$

உ$^\circ$ச-ல் மொத்தப் பருமன் $=ப_0+\frac{ப_0\times உ}{273}=ப_0\left(1+\frac{உ}{273}\right)$

0°ச-க்குக் கீழே, 1°ச அளவுக்குக் குளிர்

விக்கப் பருமக்குறைவு $=\frac{ப_0\times 1}{273}$

$\therefore -1^\circ$ச-ல் வாயுவின் பருமன் $=$

$$ப_0-\frac{ப_0\times 1}{273}=ப_0\left(1-\frac{1}{273}\right)$$

வாயுவை -273°ச-க்குக் குளிர்விக்க அதன்

$$பருமன்\ ப_{-273}=ப_0-\frac{ப_0\times 273}{273}=ப_0\left(1-\frac{273}{273}\right)=0.$$

இந்நிலையில், பருமனளவு பூஜ்யமாகிறது. எந்த வாயுவையும் -273°ச அளவிற்குக் குளிர்ச்சி செய்தால்

அதன் பருமன் ஒன்றுமில்லாமலாகிவிடும் என்று தோன்று கிறதல்லவா? இந்த —273°ச நிலையை நிரபேக்ஷ சூனிய பிந்து அல்லது சூனிய உஷ்ணம் (Absolute Zero) என்று சொல்லுகிறோம்.

சதாம்சமான உஷ்ண அளவை நிரபேக்ஷ அளவிற்கு மாற்ற, சதாம்ச உஷ்ண அளவுடன் 273 ஐக் கூட்டவேண்டும்.* உ°ச ல் ஒரு வாயுவின் பருமன் $ப_{உ}$ கீழ்க்கண்ட சமீகரணத்திலிருந்து கணக்கிடப்படலாம்.

$$ப_{உ} = ப_0 \left(\frac{273+உ}{273}\right)$$

உ என்னும் உஷ்ண அளவில் பருமன் ப ஆகவும், $உ_1$ உஷ்ண அளவில் $ப_1$ ஆகவும் இருந்தால் அமுக்கம் மாறாம லிருக்க $\frac{ப}{உ} = \frac{ப_1}{உ_1}$. (உ, $உ_1$ = நிரபேக்ஷ உஷ்ணநிலைகள்)

ஆகையால் அமுக்கம் மாறாமலிருக்கப் பருமன் நிரபேக்ஷ உஷ்ணத்திற்கு ஒத்தேதான் மாறுகிறது[1]. அமுக்கம், உஷ்ணம் இவ்விரண்டும் சேர்ந்து பருமனை எவ்விதம் ஒரேகாலத்திற் பாதிக்கின்றன என்று கவனிப்போம். அ. அமுக்க அளவிலும், உ°ச உஷ்ண நிலையிலும், ப. பருமனுள்ள ஒரு வாயு, $அ_1$ அமுக்கத்திலும் $உ_1$°ச உஷ்ண நிலையிலும் $ப_1$ பருமன் அளவுக்கு மாறுகிறது என்று வைத்துக்கொள்ளுவோம்.

	அமுக்கம்.	உஷ்ணம். (நிரபேக்ஷ உஷ்ண நிலை)	பருமம்.
ஆதிநிலை	அ	உ	ப
புதுநிலை	$அ_1$	$உ_1$	$ப_1$?

* உ = நிரபேக்ஷ உஷ்ணநிலை.
உ = சதாம்ச உஷ்ணநிலை.

[1] The pressure remaining constant the volume of a given mass of gas is directly proportional to the absolute temperature.

அமுக்கத்தை மாற்றாமல் உஷ்ணம் உ_1 அளவில் மாற்றப் பருமன் என்ன ஆகுமென்பதைச் 'சார்ல்ஸ் நியாய' மூலமாகப் பார்ப்போம்.

$$\frac{\text{ப}}{273+\text{உ}} = \frac{\text{ப}_1}{273+\text{உ}_1}\,.\ 273+\text{உ}=\text{உ}\ ;\ 273+\text{உ}_1=\text{உ}_1$$

$\text{ப}_1 = \frac{\text{ப} \times \text{உ}_1}{\text{உ}}$. இப்பொழுது உ_1 நிலைமையில் அ_1 அமுக்க மாற்றத்தினாலுண்டாகும் பேதத்தைப் பார்ப்போம்.

$$\frac{\text{ப} \times \text{உ}_1}{\text{உ}} \times \text{அ} = \text{ப}_1 \times \text{அ}_1$$

$$\text{ப}_1 = \frac{\text{ப} \times \text{அ} \times \text{உ}_1}{\text{அ}_1 \times \text{உ}}$$

735 ஸஹஸ்ராம்ச மீட்டரளவு அமுக்கத்திலும் 15°ச உஷ்ணத்திலும் வாயுவின் பருமன் 170 கன சதாம்ச மீட்டராகவிருக்கிறது. 760 ஸஹஸ்ராம்ச அமுக்கத்திலும் 0°ச உஷ்ணத்திலும் அதன் பருமன் எவ்வளவிருக்கும்?

மேற் சொல்லப்பட்ட வாயுசமீகரணத்தில் உரிய தொகைகளை அமைப்போம்:

$$\text{ப}_1 = \frac{170 \times 735 \times 273}{760 \times (273+15)} = 155{\cdot}8 \text{ க. ச. மீ.}$$

5 கிராம் நிறையுள்ள நாகத்தை அதிக அளவில் நீர் சேர்த்த அமிலத்துடன் கலந்ததினால் வரக்கூடிய அப்ஜனகத்தின் பருமன் 750 ஸ. மீ. 27° உஷ்ண நிலையில் எவ்வளவிருக்கும்?



$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$$

இந்தச் சமீகரணம் 65·37 கிராம் நாகம் 2·016 கிராம் அப்ஜனகத்தை விலக்கும் என்று காட்டுகிறது. 2·016

கிராம் அப்ஜனகம் 0°ச, 760 ஸ. மீ. நிலையில் 22,400 கன சதாம்ச மீட்டர் பருமனுள்ளதாக இருக்கும்.

65·37 கிராம் நாகம் கொடுக்கும் அப்ஜனகம்

22400 க.ச.மீ.

5 கிராம் நாகம் ,, ,, $\frac{22400 \times 5}{65 \cdot 37}$ க.ச.மீ.

இந்தப் பருமன் திட்ட உஷ்ண அமுக்க நிலையிலுள்ளது. அது 27°ச, 750 ஸ. மீ. நிலையில் என்ன ஆகும் என்று கவனிக்கவேண்டும்.

$$ப_1 = \frac{22400 \times 5}{65 \cdot 37} \times \frac{760}{750} \times \frac{273+27}{273} = \mathbf{1908} \text{ க. ச. மீ.}$$

அத்தியாயம் 9

தண்ணீர்

சரித்திரம்:—தண்ணீர் ஒரு மூலப்பொருள் என்றே வெகு நாட்கள் வரையிற் கருதப்பட்டு வந்தது. "தகன சீலமுள்ள" வாயு பிராணவாயுவுடன் ஐக்கியமாக, அது உண்டாகும் என்பதை 1781-ம் வருஷம் காவெண்டிஷ் என்பவர் நிரூபித்தார். மேலும், இவ்விணைப்பில் (கன அளவில்) 2 பங்கு அப்ஜனகவாயு 1 பங்கு பிராணவாயுவுடன் ஐக்கியமாகிற தென்பதையும் விளக்கிக்காண்பித்தார். 1783-ம் வருஷம் காவெண்டிஷ் கண்டுபிடித்த ஜலத்தின் சங்கலன அளவை லவாசியர் நிலைநாட்டினூர்.

சம்பவம்:—பனிக்கட்டி, தண்ணீர், நீராவி என்ற மூன்று ஸ்திதிகளிலும் தண்ணீர் அதிக அளவிற் காணப்படுகிறது. பூமியைச்சுற்றி $\frac{3}{4}$ பங்கு விஸ்தீரணத்தில் தண்ணீரே காணப்படுகிறது. செடிகொடிகள், பல ஜீவ ஜந்துக்கள், இவைகளின் அமைப்பில் தண்ணீரே அதிக அளவிலுள்ளது. மீன்களின் தேகத்தில் 100-க்கு 80 பங்கு தண்ணீரே. மனித சரீரத்தில் 100-க்கு 70 பங்கும், இறைச்சியில் 100-க்கு 60 பங்கும், நீர்ச்செடி கொடிகளில் 100-க்கு 95-99 பங்குமாகத் தண்ணீர் அமைந்திருக்கிறது. அநேக பாறைகளிற் சேர்க்கை ஜலமும், உறிஞ்சிய ஜலமும் இருக்கின்றன. களிமண்ணில் 100-க்கு 14 பங்கு ஜலமிருக்கிறது.

தண்ணீரின் பரிவிருத்தி (Water Cycle)

சூரிய உஷ்ணத்தால், தண்ணீர் ஆவியாய்ப்பரிணமித்து, (ஆவியின் திண்மானம் 0·62-காற்று=1) ஆகாயத்திற் சென்று, மறுபடியும் மழையாகப் பெய்கிறது. தண்ணீரால் பல பௌதிக ரஸாயன விகாரங்கள் ஏற்படுகின்றன. பாறைகள் காலக்கிரமத்தில் தேய்வதற்குக் காரணம்

தண்ணீரே. மலை, பீடபூமி, முதலிய உயர்ந்த இடங்களிலிருந்து தாழ்ந்த இடங்களுக்குப் பல பொருள்களை அடித்துக்கொண்டு வருகிறதும் தண்ணீரே. அதுதான் ஓடுமிடத்துள்ள கரைவன எல்லாவற்றையும் கரைத்து அவைகளைக் கடைசியில் சமுத்திரத்துக்குக் கொண்டுபோய்ச் சேர்க்கிறது.

சமுத்திரம், கடல் முதலியவைகளிலிருந்து, தண்ணீர், ஆவிரூபமாய் மேல்நோக்கிச்சென்று, ஆகாய மண்டலத்தில் மேகங்களாக மாறி, மறுபடியும் திரவமாகவும், சில சமயங்களில் பனிக்கட்டியாகவும் உருப்பெற்று, மழையாகப் பெய்கிறது. மழைத்தண்ணீர் பூமிக்குள் ஊறிச் சென்று, பாறையான இடங்களில் தங்கி, மறுபடியும், பூமியில் ஊற்றுக்களாகக் கிளம்பி, ஓடைகள், வாய்க்கால்கள், ஆறுகள் இவைகள் மூலமாக மறுபடியும் சமுத்திரம் கடல் முதலியவைகளில் கலந்து, திரும்பவும் மேற்கூறிய விதமே, மாறுபாடுகள் அடைகிறது. இம்மாறுபாடுகளின் பரிவிருத்தி தடைப்படாமல் நடந்துகொண்டே வருகிறது.

(1) **சமுத்திரத் தண்ணீர்**:—இட அமைப்பைப் பொறுத்து, வெவ்வேறு சமுத்திர ஜலத்திலும், வெவ்வேறளவில் உப்புக்கள் கரைந்துள. சாதாரணமாக, நூறு பங்கு ஜலத்தில் 3·5—4 பங்கு உப்பு கரைந்திருக்கும். உஷ்ணப் பிரதேசங்களிலுள்ளவைகளிலும், நிலஞ்சூழ்ந்த கடல்களிலும், உப்பு அதிக அளவில் கரைந்திருக்கும். குளிர்ச்சியான தேசங்களிலுள்ள கடல்களிலிருந்து குறைவுபட்ட அளவிலேயே தண்ணீர் நீராவியாக மாறுகிறது. அப்பேர்ப்பட்ட நீர் சமூகங்களிலும் அதிக அளவில் நதிகள் ஸங்கமமாகும் கடல்களிலும், உப்பு குறைந்த அளவிலேயே காணப்படும். (உ-ம்) 100 பங்கு தண்ணீரில் மத்திய தரைக்கடலில் 3·4 பங்கும், பால்டிக்கடலில் ·3—·8 பங்கும், சாக்கடலில் (Dead Sea) 22·8 பங்கும், பெரிய உப்பு ஏரியில் (Great Salt Lake) 23 பங்கும், ரஷ்யாவிலுள்ள "எல்டன்" ஏரியில் 27 பங்கும், உப்புக்கள் கரைந்

திருக்கின்றன. அநேகமாய், கடல்நீரில் 100-க்கு இரண்டு பங்கு சாதாரண உப்பு இருக்கிறது.

(2) தேக்க நீர், மேற்பரப்பு நீர் (Surface Water):—

(உ-ம்) குளம், குட்டை, ஏரி, நதி.

நதி ஜலத்தில், சில கரைந்த வஸ்துக்களும், செடி கொடிகளிலிருந்தும் பூமியிலிருந்தும் கரைக்கப்படும் சேதன வஸ்துக்களும், கரையாத மண்டி வஸ்துக்களும் இருக்கின்றன. நதிஜலத்தில் 100-க்கு ·5—·8 அளவில் கரைந்த வஸ்துக்கள் இருக்கலாம்.

(3) **ஊற்று நீரும் கிணற்று நீரும்:**—சில ஊற்று நீரில் இரும்பு முதலிய உலோகங்கள் சம்பந்தப்பட்டிருக்கின்றன. அவை சற்றுக்கசப்புள்ளவைகளாக இருந்தும், பானத்துக்குரியவைகளாயும், ஆரோக்கியத்தை விளைவிக்கக்கூடியவைகளாயும் இருக்கின்றன.[1] கிணற்றுநீர் அநேகமாய் உப்பு சம்பந்தப்பட்டதாகவே இருக்கும். இங்கு, தண்ணீர், மணல், மண் முதலியவைகளுக்கிடையே சென்றுவருவதால், ஊற்று நீரும் கிணற்று நீரும் தெளிவாக இருக்கும்.

(4) **மழை நீர்:**—இயற்கையில் கிடைக்கும் தண்ணீர்க்குள் மழைநீரே சுத்தமானது. கிராமப் புறங்களில் பெய்யும் மழைநீரில் பிராணவாயு, பாக்கியஜனகம், கரியமிலவாயு என்ற வாயுக்களே பெரும்பாலும் காணப்படும். கடற்பக்கங்களிற் பெய்யும் மழைநீரில், சிறிதளவு உப்புங் காணப்படலாம். பெரிய நகரங்களிலும் கைத்தொழில் மிகுந்த இடங்களிலும் பெய்யும் மழைநீரில், தூசி, கரித்தூள் முதலியவைகளுடன் கந்தகப் பொருள்களும் காணப்

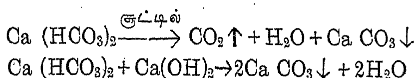
[1] அவ்வகை நீருக்குக் 'கனிஜ ஜலம்' (Mineral water) என்றும் பெயர். அவ்வகை நீர் சீசாக்களில் அடைக்கப்பட்டு விற்பனையாகிறது. உ-ம். விச்சி நீர், மெக்காஸெம்ஸம் நீர், ஸிப்ரி நீர், சிதைகுண்ட நீர்.

படலாம். ஆகாயத்தில் உள்ள பாக்கியஜனகமும் பிராண வாயுவும், மின்னலினுற் சிறிதளவு ஒன்றுகூடி, பாக்கிய சாமிலமாகவும் (Nitrous acid), பாக்கியகாமிலமாகவும் மாறும். மாறவே, மழைநீரில் இவ்வமிலங்களும் இவ்வமி லங்கட்குரிய அமோனியவுப்புக்களும் காணப்படுகின்றன. சிற்சில வேளைகளில் மழைநீரில் அமோனியா தனித்துங் காணப்படலாம். மழைபெய்யத் தொடங்கியவுடன் முத லில் வரும் மழைநீர், ஆகாயத்திலுள்ள தூசி முதலிய அசுத்தங்களுடன் விழும். பின் பெய்யும் மழை நீரில் அநேகமாய் மேற்கண்ட அசுத்தங்கள் காணப்படுவதில்லை.

தண்ணீரைச் சுத்திசெய்தல்

தண்ணீரிலுள்ள அசுத்தங்கள் இருவகைப்பட் டவை:—(1) கரையாமல் மிதக்கும் சேதன அசேதன அழுக்கு, (2) கரைந்த திடப்பொருள்களும் வாயுக்களும் கூடிய அசுத்தம். கரையாத அழுக்குக்களை வடிகட்டிப் பிரித்துத் தண்ணீரைச் சுத்திசெய்யலாம். சிறிதளவு தண் ணீரைச் சுத்திசெய்ய வடிதாளும் புனலும்கொண்டு வடி கட்டலாம். வைத்தியசாலைகள், வீடுகள், இவைகளிலுப யோகிக்க மண்ணுற்செய்யப்பட்ட நுண்ணிய துவாரங்களை யுடைய திரியின் வழியாகத் தண்ணீரைச் செல்லும்படி செய்து, சுத்திசெய்கின்றனர். முன்காலத்தில், ஒவ்வொரு ரயில்வே ஸ்டேஷனிலும் மூன்று பானைகளமைத்து, மேற் பானையில் சுத்திசெய்விக்கவேண்டிய ஜலத்தையும், நடுப் பானையில் மணல், கரி இவைகளையும் உபயோகித்தார்கள். அத்தண்ணீர், மணல் கரி இவைகளின் வழியே ஊறி, அடிப் பானையில் தெளிவான ஜலமாகச் சொட்டுச் சொட்டாக இறங்கி நிரம்பும். குடிதண்ணீரிலிருக்கக்கூடிய மற்று மொரு அசுத்தம் வியாதிகளை உண்டாக்கும் நுண்ணிய கிருமிகள். இக்கிருமிகளைக் கொல்ல ஓஸோன், ஹரிதகம், பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜம், மயில்துத்தம், இவை களில் ஏதாவது ஒன்றை உபயோகிக்கலாம். அதிக அள வில், குடி தண்ணீரைப் பட்டணங்களிலும், நகரங்களிலும்,

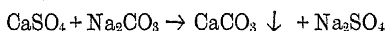
வேண்டிய சமயங்களிற் சுத்திசெய்ய, அநேகமுறைகள் அநுபவத்திலிருக்கின்றன. கிருமிகளைக் கொல்ல, ஹரிதகத்தையாவது ஓஸோனையாவது இரஸ ஆவி விளக்கினின்று வரும் அதிபாடல கிரணங்களையாவது (Ultra-violet rays from mercury vapour lamp) உபயோகிக்கிறார்கள். கரைந்த நிலையில் இருப்பதுபோல் காணப்படும் கரி, மண் முதலியவைகளைப் பிரிக்கச் சீனிக்காரத்தைச் (Alum) சிறிதளவு கரைப்பார்கள். அங்கு மண், மஷ்டு முதலியவைகள், கொத்துக்கொத்தாகப் பிரிந்து மிதக்கும். இந்த ஜலத்தைச் சிறிய பாறைக்கல், கரி, பெருமணல், குறுமணல் இவைகளின் வழியாய் ஊறிச் செல்லும்படி செய்து, இவ்விதம் வடிகட்டப்பட்ட ஜலத்தைக் குழாய் கள்மூலமாக அனுப்புகிறார்கள். சிலசமயங்களில் 18 அடி மணல் வழியாய்த் தண்ணீரை யந்திரங்கள்கொண்டு செலுத்திச் சுத்திசெய்கிறார்கள். சில நீர்கள், சாசுவத (அல்லது நிலவரமான) கடினத்வம் அல்லது தாற்காலிக கடினத்வம் அல்லது இரண்டு கடினத்வமும் பொருந்தி இருக்கலாம். (Permanent hardness and temporary hardness) இம்மாதிரியான சுக்கான் ஜலத்தைச் சுத்திசெய்யும் முறைகளை, விவரமாகப் பின்னும் கவனிப்போம். சுக்கான் ஜலத்துடன் சவர்க்காரம் நுரைக்காது. கொதி அண்டாக்களில் அதை உபயோகிக்க, "கொப்பரைச் செதிள்கள்" (boiler scales) உண்டாகிக் கெடுதல்களை விளைவிக்கும். கால்ஸிய, மாக்னீஸிய, அப்ஜ இங்காலி கஜங்கள் (Bicarbonates of Calcium and Magnesium) தண்ணீரிற் கரைந்து, தாற்காலிக கடினத்வத்தையும், கால்ஸிய மாக்னீஸிய ஹரிதகைகளும் கந்தகி கஜங்களும் கரைந்து சாசுவத கடினத்வத்தையும் உண்டுபண்ணுகின்றன. தாற்காலிக கடினத்வத்தைத் தண்ணீரைக் கொதிக்கவைத்தோ, சுண்ணும்பை வேண்டிய அளவிற் சேர்த்தோ, போக்கடிக்கலாம்.



$$Ca\ (HCO_3)_2 \xrightarrow{\text{சூட்டில்}} CO_2\uparrow + H_2O + Ca\ CO_3\downarrow$$

$$Ca\ (HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2Ca\ CO_3\downarrow + 2H_2O$$

சாசுவத கடினத்வத்தை ஸோடா உப்புச் சேர்த்துப் போக்கடிக்கலாம்.



$$CaSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + Na_2SO_4$$

அல்லது "பெர்மூடைட்" முறையை அநுசரிக்கலாம். இம்முறைகளைக்குறித்து விரிவாக, கரியமிலவாயுவைப்பற்றியும் அலுமீனியத்தைப்பற்றியும் படிக்கும்பொழுது கூறுவோம்.

கரைபட்ட அசுத்தங்களைத் தண்ணீரைக் காய்ச்சி வடித்தல் முறையாலேதான் பிரிக்கமுடியும். முன்னால் கவனித்தபடி, வாலையந்திரத்தில் மூன்று பாகங்கள் உள்ளன.

(1) தண்ணீரைக் கொதிக்கவைக்கும் கொப்பரை, (2) நீராவியைக் குளிரச்செய்து திரவமாக்கச் சாதகமாயிருக்கும் கனீகரணி, (3) வடிந்த நீரை ஏற்கும் கிராஹணி. ஒவ்வொரு கப்பலிலும் ஒரு வாலை யந்திரம் அமைக்கப் பட்டு இருக்கும். இதிலுள்ள கனீகரணி உலோகத்தாற் செய்யப்பட்டுச் சுருள்வடிவமாக உள்ளது. குளிர்ந்த சமுத்திர ஜலம் அச்சுருளுக்குமேல் ஓடவிடப்படுவதால், அது நன்றாய்க் குளிர்ச்சிசெய்யப்படும். பரிசோதனைச் சாலையில் சிறிதளவு காய்ச்சி வடித்த நீர் வேண்டியபொழுது, லீபிக் கனீகரணியை உபயோகிக்கிறோம். தண்ணீருடன் கொஞ்சம் க்ஷாரித்த பரமாங்கனிகஜ விலயனத்தைச் சேர்த்துக் காய்ச்சி வடித்து, முதலில் வரும் வடிதிரவத்தையும், கடைசியில் வரும் வடிதிரவத்தையும் தள்ளி, நடுவே வரும் திரவத்தையே, வெகு சுத்தமான வடிநீர் வேண்டிய தருணத்தில், சேகரித்துக்கொள்ளுவோம். இன்னும் முக்கிய வேலைகளுக்கு, வேண்டிய சமயங்களில், தங்கத்தாலோ, பிளாடினத்தாலோ, வெள்ளீயத்தாலோ (Tin) செய்யப்பட்ட யந்திரங்களைக்கொண்டு சுத்தஜலம் தயாரிக்கவேண்டும். ஏனென்றால், கண்ணாடி ஜலத்திற் சிறிதளவு கரையும். அசுத்தங்களே இல்லாமல் தயாரிக்கப்பட்ட வடிநீர் தேக சௌக்கியத்திற்குச் சரியன்று. வழக்கமாக அதைக்

குடிக்கக்கூடாது. அத்தண்ணீர் சுவையற்றது. அது சிறிது விஷத்தன்மை பொருந்தியதென்றும், ஆராய்ச்சியாளர்கள் தெரிவித்திருக்கின்றனர்.

மற்றெல்லாப் பொருள்களைவிட முற்றிலும் சுத்தமான தண்ணீரைத் தயாரிப்பது இயலாத காரியமே. ஏனெனில் அது தொட்டு நிற்கும் எப்பொருளையும் அது அற்ப வளவிலாவது கரைக்கவல்லது. ரஸாயன வேலைக்கும் இன்னும் சில முக்கியமான வேலைகளுக்கும் விசேஷமுறையிற் காய்த்து வடித்த நீரை உபயோகிக்கிறோம்.

பாரீஸ்நகரிலுள்ள ஆஸ்டர்வீல் (Austerveil) என்பவர் 1932-ம் வருஷத்தில் சமுத்திரத்தண்ணீரை விசேஷ வீரியகுணமுடைய கரியுடன் கலந்த, விசேஷமுறையில் தயாரித்த க்ஷாரமூல-மாற்றுப்புக்களின் வழியாக (Base-exchangers) வடிகட்டி, உப்புநீரிலுள்ள உப்புக்களை அநேகமாய்ப் பிரித்துவிட்டுக் குடி-தண்ணீரைத் தயாரித்தார். அவர் உபயோகித்த மாற்றுப்புக்கு ஸியோலைட் (Zeolite) என்று பெயர். அது ஒரு சிக்கலான நீர் சிலகிகஜம் (Hydrated complex silicate).

இன்னும் 1935-ம் வருஷம் மே மாதத்தில் 'ரஸாயனமும் கைத்தொழிலும்' (Chemistry and Industry) என்னும் பத்திரிகையில் உப்புத்தண்ணீரிலுள்ள உப்பைப் போக்க ஒரு புதுமுறை குறிக்கப்பட்டிருக்கிறது. செயற்கைப் பிசின்களைக் (Synthetic resins) கொண்ட நான்கு குழாய்கள் வழியே உப்புநீரை யனுப்ப, நான்காவது குழாயினின்று வெளியேறும் நீரில் கரைபட்ட அசேதன உப்பு ஒன்றுங் காணப்படுவதில்லை. முதல், மூன்றாவது குழாய்களிலிருப்பது, பார்மல்டிஹைட் (Formaldehyde) கடுக்காய்ச்சத்து (Tannin) என்பவையிலிருந்து உண்டுபண்ணப்பட்ட பிசின். உப்புக்களிலுள்ள உலோக மூலங்களை இப்பிசின் பிரித்துவிடும். இரண்டாவது, நான்காவது குழாய்களிலிருப்பது பார்மல்டிஹைடும் அனிலீனும்

(Aniline) சேர்ந்துண்டாகிய பிசின். இது க்ஷாரகுணம் பொருந்தியதாகையால் அமிலமூலங்களுடன் சேர்ந்து அவற்றைப் பிரித்துவிடும். இப்பொருள்கள் சிலகாலத்திற்குப் பிறகு தமது செயலை இழந்துவிடும். ஆனால் உரிய ரஸாயனமுறைகொண்டு அவற்றிற்குத் திரும்பவும் செயலை யூட்டிவிடலாம்.

பளு-தண்ணீர் (Heavy-water) சமீபகாலத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஓரபூர்வ பொருள் இது. பளு-அப் ஜனகம் பிராணவாயுவுடன் ஐக்கியமாக அது உண்டாகும். அதன் சங்கேதம் D_2O என்று முன்பே குறிக்கப்பட்டது. பளு-தண்ணீர் இக்காலத்தில் வியாபார முறையில் கிடைக்கும் ஓரபூர்வச் சரக்கு.[1] 20 லீட்டர் தண்ணீரை வெகு சிக்கலான ஒரு விசேஷமுறையால் கொதிக்கவிட்டுக் கடைசியில் 0·12 கன ச. மீ. அளவில் சுத்தமான பளு-தண்ணீர் (அதன் குணங்களை ஆராய்ச்சிசெய்யும்பொருட்டு) தயாரிக்கப்பட்டது. சாதாரண தண்ணீரில் அது 5000-ல் ஒரு பங்கு இருக்கிறதாம். அதன் உருகுநிலை 3·8°ச, கொதிநிலை 101·4°ச, தராதரதிண்மானம் 1·106. பல உயிர்ப்பொருள்களுக்கு அது நஞ்சாக இருப்பது விநோதமாயிருக்கிறது. புகையிலை விதை அதில் முளைப்பதில்லையாம். இன்னும் பல தாவரப் பொருள்களும் நுண்கிருமிகளும் அதில் இறக்குமாம். இன்னும் வாலையிழக்காத தவளைக் குஞ்சுகள் (Tadpoles) அதில் ஒரு மணிநேரம் கிடக்கச் சாகுமாம். சாதாரண தண்ணீருக்கும் பளு-தண்ணீருக்குமுள்ள வேற்றுமை கவனிக்கத்தகுந்தது. சில ஆறுகளின் நீர் இலேசானதென்றும் சிலவற்றின் நீர் பளுவானதென்றும் தமிழ்நாட்டிற் சிலர் சொல்லிவருகின்றனர். இவ்வுண்மையை ஆராய்ச்சி செய்வது பயன்தரும்.

குணங்கள் :—சாதாரண உஷ்ணநிலையில் தண்ணீர் மணமும் சுவையுமற்றது. சிறிதளவிலுள்ள தண்ணீருக்கு

[1] ஒரு கிராம் பளு-தண்ணீரின் விலை சுமார் பத்து ரூபாய்.

நிறமில்லையென்று தோன்றுகிறது. ஆனால் ஜலசமூகத்தை நோக்குங்கால் அது சற்றுப் பசுமையாகவாவது நீலமாகவாவது காணப்படுகிறது. சுத்தத்தண்ணீரின் சில நிலைகளையே ஆதாரமாகக்கொண்டு மற்றப் பொருள்களின் நிலைகளை ஒப்பிட்டுப் பார்க்கிறோம்.

உதாரணம் :—திடஸ்திதியிலுள்ள பனிக்கட்டியின் உருகும் நிலையை 0°ச என்றும், அமுக்கம் 760 ஸஹஸ்ராம்ச மீட்டரளவில் இருக்கும்பொழுது அதன் கொதிநிலை 100°ச என்றும் வழங்க ஒத்துக்கொண்டிருக்கிறார்கள். இவ்வாதாரத்தை ஒட்டியேதான் சீதோஷ்ணநிலைகள் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன. தண்ணீரின் இறுகுந்தன்மை அல்லது ஸங்கோசயத்வம் (Compressibility) வெகு அற்ப அளவிலுள்ளதே. ஒரு வாயுமண்டல அமுக்கத்தால் 20,000 கன அளவுள்ள தண்ணீரில் ஒரு கன அளவு குறைவு ஏற்படுகிறது. உஷ்ணபேத சமயங்களிலும், தண்ணீரின் கனபரிமாணம் சிறிதளவே மாறுகிறது என்பதைக் கீழ்க் குறிப்பிலிருந்து தெரிந்துகொள்ளலாம் :—

4°ச உஷ்ணநிலையில் ஒரு கன சதாம்ச மீட்டர் பரிமாணமுள்ள தண்ணீரின் எடை ஒரு கிராம்.

சதாம்ச உஷ்ண நிலை	கன பரிமாணம் க.ச.மீ.	தராதரத் திண்மானம்
0	1·000122	0·999878
1	1·000067	0·999933
2	1·000028	0·999972
3	1·000007	0·999993
4	1·000000	1·000000
5	1·000008	0·999992
6	1·000031	0·999969
7	1·000096	0·999904
8	1·000118	0·999882
9	1·000213	0·999787
10	1·000261	0·9997[illegible]

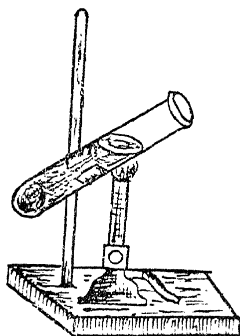
சதாம்ச உஷ்ணநிலை	கன பரிமாணம் க.ச.மீ.	தராதரத் திண்மானம்
20	1·001730	0·998270
30	1·004342	0·995677
40	1·00776	0·99230
50	1·01204	0·98810
70	1·02263	0·97787
80	1·02893	0·97188
100	1·04318	0·95860

4°ச உஷ்ணநிலைக்கு மேலும் கீழும் தண்ணீரின் திண்மானம் குறைவுபட்டதாகவே இருக்கிறது. 4°ச நிலையில் தான் அதன் திண்மானம் அதிக அளவில் இருக்கிறது. அது ஒன்று என்று வைத்துக்கொள்ளப்பட்டிருக்கிறது.

தண்ணீர் திடஸ்திதிக்கு மாறும்பொழுது அதன் கனபரிமாணமதிகரிக்கும். இதனால் அமுக்கம் அதிகமாக உண்டாகிக் குளிர் காலங்களில் பல தடவைகளில் தண்ணீர்க் குழாய்கள் வெடித்திருக்கின்றன. 0°ச நிலையில் 100 கன அளவு தண்ணீர் 110 கன அளவு பனிக்கட்டியாக மாறும். இதுவே பல பாறைகள் உடைவதற்கும், பூமியில் பல மாறுபாடுகள் ஏற்படுவதற்கும் காரணம். இயற்கையமைப்பில், நாம் பூமியிற் காணும் பல மாறுதல்களும் பெரும்பாலும் தண்ணீரால் நிகழ்வனவேயாகும்.

தண்ணீர் நல்ல உஷ்ணவாஹி அன்று. (Bad conductor of Heat). சோதனைக் குழாயில் தண்ணீரை எடுத்து, அதில் ஈயக்குண்டு கட்டப்பட்ட பனிக்கட்டித் துண்டைப் போடு. அது அடியில் தங்கி நிற்கும். மேற்பாகத்திலுள்ள தண்ணீரைச் சிற்றலையிற் கொதிக்கச் செய். அந்நிலையிலும் பனிக்கட்டி உருகாமலடியிலிருக்கும். ஒரு கிராம் எடையுள்ள தண்ணீரைச் சதாம்ச உஷ்ணமானிக்குரிய ஒரு அங்கத்திற்குச் சூடு செய்யத்தேவையான உஷ்ணத்தை ஒரு "தாபமாத்திரை" அல்லது "தாபாங்கம்" அல்லது "கலோரி" (Calorie) என்று

சொல்லுகிறோம். 0°ச நிலையிலுள்ள ஒரு கிராம் எடையுள்ள பனிக்கட்டியை அதே உஷ்ண நிலையில் திரவமாக மாற்ற 80 தாபாங்க உஷ்ணம் வேண்டும். இதைப் பனிக்



தண்ணீர் ஒரு நல்ல உஷ்ண வாஹியல்ல

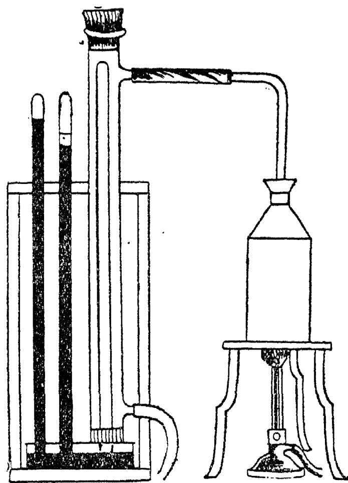
படம் 54

கட்டி உருகுதலின் அந்தர்கத உஷ்ணம் அல்லது கூடோஷ்ணம் (Latent Heat of Fusion of Ice) அல்லது மறை சூடு அல்லது மறைவனல் என்று சொல்லுகிறோம். 100°ச உஷ்ண நிலையிலுள்ள ஒரு கிராம் எடையுள்ள திரவத்தை அதே உஷ்ண நிலையில் நீராவியாக மாற்ற 537 தாபாங்கம் வேண்டும். இதற்கு நீராவியின் அந்தர்கத, அல்லது கூடோஷ்ணம் (Latent heat of vapourisation of water) என்று சொல்லுகிறோம்.

தண்ணீரின் கொதிநிலை:—அமுக்க அளவு 760 ஸஹஸ்ராம்ச மீட்டராக இருக்கும்பொழுது தண்ணீர் 100°ச-ல் கொதிக்கும். அமுக்கத்தைக் குறைக்கக் கொதி உஷ்ண நிலை குறையும். அமுக்கத்தை அதிகரிக்கக் கொதி உஷ்ண நிலை அதிகமாகும். சாதாரண உஷ்ண நிலையிலேயே தண்ணீர், கொஞ்சங் கொஞ்சமாக நீராவியாக மாறி, வற்றிக்கொண்டேவருகிறது. எனவே உஷ்ணத்திற்குத்

தகுந்தபடி, தண்ணீர் நீராவியாக மாறும். இந்நீராவியின் அளவு, அதனால் ஏற்படும் அமுக்க அளவால் குறிக்கப் படுகிறது. இதற்கு, "அனில பீடனம்" அல்லது "ஆவி அழுத்தம்" (Vapour Pressure or Vapour Tension) என்று பெயர்.

குறிக்கப்பட்ட உஷ்ண நிலையில், திரவத்துடன் ஒட்டி நிற்கும் ஆவியின் அமுக்கம் ஒரு திட்ட அளவிலுள்ளதே. அது ஆவியின் பரிமாணத்தையும் திரவத்தின் பரிமாணத்தையும் பொறுத்திருக்கவில்லை. அது உஷ்ண நிலையைத் தான் பொறுத்திருக்கிறது.



நீராவியின் ஆவி அமுக்க நிரூபணம்

படம் 55

படத்திற் காட்டியபடி இரஸத்தை நிரப்பி மூன்று வாயுமானிகளை ஜோடிக்கவும். ஒரு குழாயைச் சூடு செய்யும்பொருட்டு மற்றொரு பெரிய குழாய்க்குள் அது இருக்

கும்படி செய்யவும். பெரிய குழாய்க்கும் சிறிய குழாய்க்கும் நடுவேயுள்ள இடத்தின் வழியாக, வேண்டிய திரவத்தைக் கொதிக்கவைத்து, அதனுவியைச் செலுத்த வாயுமானிக்குழாய் ஓர் அளவில் சூடு செய்விக்கப்படும். முதல் மானியில் இரஸம் நிற்கும் உயரத்தை அளந்து குறித்துக் கொள். பிறகு ஒரு வளைந்த குழாயின் உதவியால், சிறிதளவு தண்ணீரை (சில துளிகள் போதுமானவை) 2, 3-வது வாயுமானிக் குழாய்களுக்குட் புகச் செய். உஷ்ணநிலையையும் இரஸம் 2-வது வாயுமானிக் குழாயில் நிற்கும் உயரத்தையும் குறி. முதல் வாயுமானி காட்டியது 758·0 ஸ.மீ. என்றும் அச்சமயத்தில் உஷ்ணநிலை 30°ச என்றும் தண்ணீர் குழாய்க்குள் சென்றபிறகு இரஸத்தின் உயரம் = 726·4 ஸ.மீ. என்றும் வைத்துக்கொள்வோம். ஆகையால் 30°ச-ல் நீராவியின் அழுத்தம் 31·6 ஸ.மீ. உள்ளிருக்குந் தண்ணீரைச் சூடு செய்விக்க, ஈதர், அஸெடோன் (acetone) முதலிய திரவங்களிலேதாவதொன்றைக் கொதிக்கவிட்டு ஆவியை வெளிக்குழாய் வழியே செலுத்து. 3-வது வாயுமானியில் இரஸம் கீழிறங்கி ஒரு இடத்தில் வந்து நிற்கும். திரவம் கொதிக்கும் உஷ்ணநிலையைக் குறித்துக்கொண்டு இரஸத்தின் உயரத்தையும் குறி. வாயுமண்டல அமுக்கத்திலிருந்து அதைக் கழித்து, அந்த உஷ்ண நிலையில் நீராவியின் அமுக்கத்தைக் கண்டுபிடி. உஷ்ணநிலை அதிகரித்தால் அழுத்த நிலையும் அதிகரிக்கும். இங்ஙனம் செய்துபார்க்க, உஷ்ணநிலை தண்ணீரின் கொதி நிலையாக இருக்கும்பொழுது, வாயுமானியிலுள்ள இரஸம் கீழிறங்கி வெளிக்கிண்ணத்திலிருக்கும் மட்டத்திற்கு வந்துவிடும். இதனால் 100°ச-ல் நீராவியின் அழுத்த நிலையும் வாயுமண்டல அமுக்க நிலையும் ஒன்று என்று தெரிகிறதல்லவா ?

ஆகையால், எந்த உஷ்ணநிலையில் ஒரு திரவத்தின் ஆவி அழுத்தம் வாயுமண்டல அமுக்கத்திற்குச் சமமாக இருக்கிறதோ, அந்த உஷ்ண நிலைதான் திரவத்தின் கொதி

நிலை. ஆகையால், கொதிநிலை அமுக்க நிலைக்குத் தகுந்த படி மாறும். கடற் பிரதேசங்களில், அமுக்கநிலை அநேக மாய் 760 ஸ. மீ. அளவிலிருப்பதால் அங்கே தண்ணீரின் கொதிநிலை 100°ச. நாம் உயரச் செல்லச் செல்ல அமுக்க நிலை குறைந்துகொண்டே வருகிறது. அதே விதமாகத் தண்ணீரின் கொதி நிலையும் அமுக்கநிலை குறைவதற்கிணங் கிக் குறைந்திருக்கும். எவரஸ்ட் சிகரத்தின் உயரம் =29002 அடி. அங்குள்ள வாயுமண்டல அமுக்கம்= 255·3 ஸ.மீ. அங்கு தண்ணீரின் கொதிநிலை=72°ச.

கீழ்க்காட்டியுள்ள அட்டவணையிலிருந்து, வேண்டிய உஷ்ண நிலையில் நீராவியின் அழுத்தத்தைக் கண்டுகொள்ள லாம் :—

உ.	நீ. அ.	உ.	நீ. அ.	உ.	நீ. அ.
—10°	2·14	22°	19·83	80°	355·5
—5°	3·16	24°	22·38	90°	526·0
0°	4·58	26°	25·22	95°	634·0
1°	4·93	27°	26·75	99°	733·24
2°	5·29	28°	28·36	100°	760·00
5°	6·54	29°	30·05	101°	787·6
8°	8·05	30°	31·83	105°	906·1
10°	9·21	35°	42·19	110°	1074
12°	10·52	40°	55·34	150°	3569
15°	12·79	50°	92·54	200°	11647
18°	15·48	60°	149·5		
20°	17·54	70°	233·8		

உ.=சதாம்ச உஷ்ண நிலை; நீ. அ.=நீராவி-அழுத்தம் ஸ. மீ. அளவில்.

அமுக்கத்தைக் குறைக்கக் கொதி நிலையும் குறைகிறது என்ற விசேஷத்தைக்கொண்டு, சில வஸ்துக்களைக் காய்ச்சி வடிக்கும் முறையாற் சுத்தி செய்யலாம். சாதாரண அமுக்க நிலையில், அப்ஜனக-பர-பிராணை (Hydrogen-per-oxide) போன்ற வஸ்துக்களைக் காய்ச்சி வடித்தால், அவைகளின் கொதிநிலையில் அவை தமது இயைபுமாறிப் பிரிந்து விடுகின்றன. ஆனால் அமுக்க நிலையைக் குறைக்க, அவைகளின் கொதிநிலையும் குறைவதால், அவ்வுஷ்ணத்தில் அவைகளின் இயைபு மாறாமல் காய்ச்சி வடித்துச் சுத்தி செய்யலாம். சில சமயங்களில், குறைந்த அமுக்க நிலையில் காய்ச்சி வடிப்பதை "வெற்றிடத்தில் வடித்தல்" (Distillation in Vacuo) என்று தவறாகச் சொல்லுகிறார்கள்.

ஆகையால், நாம் ஏதேனும் ஒரு வாயுவைத் தண்ணீருக்குமேல் தயாரித்து அதனுடைய அமுக்க நிலையை அளவிடும்பொழுது நீராவியின் அழுத்தத்தையும் உபயோகப்படுத்தவேண்டும். தண்ணீருக்கு மேலுள்ள இடத்தில், தயாரிக்கப்பட்ட வாயுவும் நீராவியும் நிற்கின்றன. இரண்டுஞ் சேர்ந்தே அமுக்கத்தைத் தருகின்றன. வாயு சேகரிக்கும் பாத்திரத்தினுள்ளும், அதற்கு வெளியிலும், தண்ணீர் ஒரே மட்டத்திலிருந்தால், உள்ளிருக்கும் வாயுவின் அமுக்க நிலை வாயுமண்டல அமுக்கத்தின் நிலையளவாகவே உள்ளது. இந்த அமுக்க அளவு, இரண்டு வாயுக்களின் அமுக்க அளவுகளும் சேர்ந்ததல்லவா? ஆகையால் வாயுமானி காட்டும் அமுக்க அளவிலிருந்து, வாயு தயாரிக்குமிடத்தின் உஷ்ண நிலைக்குரிய நீராவி அழுத்த அளவைக் கழிக்க, வாயுவின் அமுக்க அளவைக் கண்டுகொள்ளலாம்.

அம்ச அமுக்க நியாயம்

1802-ம் வருஷம் ஜான் டால்டன் பல சோதனைகளின் பயனாக, அடியிற் கண்ட குணங்களைத் தெரிவித்தார். "குறித்த உஷ்ண நிலையில் எடுத்துக்கொண்ட இடத்தில்

பூர்த்தியாய்ப் பரவி நிற்கப் போதுமான ஆவியின் பிண்டமும் (Mass), எடுத்துக்கொண்ட திரவத்தின் ஆவி அழுத்தமும், அந்த ஆவி தனித்திருந்தாலும் சரி அல்லது ரஸாயன மாறுபாடு (Chemical decomposition) ஏற்படாமல் மற்றுமெந்த வாயுக்களுடன் சேர்ந்திருந்தாலும் சரி ஓரளவுள்ளனவே. அந்த இடத்தில் வேறு எந்த வாயுக்கள் வியாபித்திருந்தாலும், கலவையிலுள்ள ஒவ்வொரு வாயுவும், தான்தான் அவ்விடத்தை நிரப்பியிருந்ததுபோலவும், மற்ற வாயுக்கள் இல்லாததுபோலவும், தனக்குரிய அழுக்கத்தையே கொடுத்து நிற்கும். ஆகையால் கலவையிலுள்ள வாயுக்களை அழுக்க சம்பந்தப்பட்டமட்டில், தனித்தனியாகவே கவனிக்கவேண்டும். ஒவ்வொரு வாயுவின் அழுக்க பாகத்தையும் அதன் அஸம்பூரண அல்லது அம்ச அழுக்கம் (Partial Pressure) என்று சொல்லுவோம்." ஆகையால் கலவை வாயுவின் அழுக்க அளவு, அதிலுள்ள வாயுக்களின் அம்ச அழுக்க அளவுகளின் மொத்தமே.[1]

தண்ணீருக்குமேல், 15°ச உஷ்ண நிலையிலும் 767·7 ஸ. மீ. அழுக்க நிலையிலும் சேகரிக்கப்பட்ட பிராணவாயுவின் கன பரிமாணம் 4·5 லீட்டர். திட்ட உஷ்ண அழுக்க நிலையில் அதன் கன பரிமாணம் என்ன?

(15°ச-ல் நீராவி அழுத்தம் = 12·7 ஸ.மீ.)
வாயு மண்டலத்தின் அழுக்கம் = 767·7 ஸ.மீ.
15°ச நீராவி அழுக்க அளவு = 12·7 ஸ. மீ.
∴ பிராண வாயுவின் அழுக்கம் = 767·7 − 12·7
= 755 ஸ.மீ.

திட்ட உஷ்ண அழுக்க நிலையில் பிராண வாயுவின் கன பரிமாணம் :

$$\frac{4500 \times 755 \times 273}{760 \times 288} = 4238 \text{ க. ச. மீ.}$$
$$= 4{\cdot}238 \text{ லீட்டர்.}$$

[1] The total pressure of a mixture of gases is the sum of their partial pressures.

தண்ணீரிற் கரையாத பொருளும் உளதோ? தண்ணீர் ஓர் அபூர்வ ஸர்வ-திராவணம் (Universal solvent). *(திராவணம்=கரைக்கும் பொருள்)*

பிரகிருதி-சாஸ்திர நியாயத்தின்படி, கரையாத் தன்மை என்பது கிடையவே கிடையாது. தண்ணீரால் சிறிதளவேனும் கரைக்கமுடியாது என்று நாம் சாதாரணமாய் எண்ணக்கூடிய எந்த வஸ்துவும், தண்ணீரில் அற்ப அளவிலாவது கரையும். அது கரையுமளவை நாம் எளிதில் அளவிடமுடியாததுபற்றியே அதை நாம் கரையாப் பொருள் என்று கொள்ளுகிறோம்.

கரைத்தல் விஷயமாக மூன்று பொருள்களை நாம் கவனிக்கவேண்டும்:—(1) *கரைக்கும் பொருள் அல்லது திராவணம்* (Solvent), (2) *அதில் கரையும் பொருள்* (Solute), (3) *கரையும் பொருள் கரைக்கும் பொருளில் கரைய, உண்டாகும் விலயனம்* (Solution).

விலயனங்கள் இருவகைப்படும். (1) *பூரிதவிலயனம்* (Saturated Solution), (2) *நீர்த்த விலயனம்* (Dilute Solution). *நீர்க்கச்செய்த விலயனத்தில் கரைபொருள் இன்னுங் கரையும். குறித்த உஷ்ணநிலையில், எடுத்துக் கொண்ட கரைபொருள் இனிச் சிறிதளவேனும் கரைபடாது என்ற நிலையில் அந்தக் கரைபொருள் சம்பந்தப்பட்டமட்டில் விலயனம் பூரித்திருக்கிறது என்று சொல்லுகிறோம். ஆனால் அப்பூரித விலயனம் வேறு பொருள்களைக் கரைத்துக்கொள்ளும். உதாரணமாக, பூரித உப்பு விலயனத்தில் சர்க்கரை கரையும். பூரித விலயனத்தை உஷ்ணப்படுத்தினால், அதிற் கரையும் பொருள் அநேகமாய் இன்னும் கரையும். ஒவ்வொரு உஷ்ண நிலையிலும், ஒவ்வொரு கரையும் பொருளும் திட்டமான அளவிலேதான் கரையும். அந்தந்த உஷ்ண நிலையில் அந்தந்த அளவுக்குமேல் அப்பொருள் கரையமாட்டாது.*

"குறித்த உஷ்ணநிலையில், நூறு கிராம் திராவணம் பூரித்திருக்கும்படி எவ்வளவு நிறையுள்ள பொருளைக் கரைத்துக்கொள்ள முடியுமோ, அந்நிறையே, அவ்வுஷ்ண நிலையில், கரையும் பொருளின் கரைமானத்தைக் (Solubility) குறிக்கிறது."[1]

சிலர் 100 கன சதாம்ச மீட்டரளவுள்ள திராவணத்தில் பூரிதமாகக் கரையும் கரை பொருளின் நிறையையும், மற்றுஞ் சிலர் 100 கிராம் நிறைகொண்ட பூரித விலயனத்திலுள்ள கரைபொருளின் நிறையையும், இன்னுஞ் சிலர், 100 கன-சதாம்ஸ மீட்டர் பரிமாணமுள்ள பூரித விலயனத்தில் கரைந்த பொருளின் நிறையையும், கரைபொருளின் கரைமானமாக வரையறுக்கிறார்கள். கரைமானத்தை வரையறுக்குங்கால், எதனை ஆதாரமாகக் கொள்ளுகிறோம் என்பதைத் தெளிவாய்க் கூறவேண்டியது அவசியம். 20°ச உஷ்ணநிலையில், நூறுகிராம் தண்ணீர் 35 கிராம் பொட்டாஸிய ஹரிதகையைக் கரைத்துக்கொள்ளமுடியும். ஆனதுபற்றி, பொட்டாஸிய-ஹரிதகையின் கரைமானம் 20°ச உஷ்ணநிலையில் 35 என்று சொல்லுகிறோம்.

ரஸாயன சோதனைச்சாலை உஷ்ணநிலையில் கரைபொருளின் கரைமானத்தை அளவிடும் முறை

சாதாரண உப்பின் கரைமானத்தைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டியதாய் வைத்துக்கொள்வோம். உப்பை நன்றாய்ப் பொடிசெய்து வைத்துக்கொள்ளவும். ஒரு கூஜாவில் காய்ச்சி வடித்த தண்ணீரை 50 க. ச. மீ. அளவில் எடுத்துக்கொண்டு, அதில் ஐந்தைந்து கிராம் நிறையுள்ளதாய் உப்பைப் போட்டுச் செவ்வையாய்க் கூஜாவைக் குலுக்க

[1] The solubility of a substance at a given temperature is measured by the number of grams of the substance (solute) which dissolves in 100 gms. of the solvent to form a saturated solution at that temperature.

வும். 20 கிராம் உப்பைப் போட்டுக் குலுக்கியவுடன் சிறிதளவு உப்புக் கரையாமல் அடியில் தங்கியிருப்பதைக் கவனிக்கவும். இன்னுங் கொஞ்சம் உப்பைப் போட்டுச் செவ்வையாகப் பத்து நிமிஷங்களுக்குக் குறையாமல், விட்டு விட்டுக் குலுக்கவும். இவ்விதம் செய்துபார்த்தால் விலயனத்தில் உப்பு இனிக் கரையாது என்பதைத் தெரிவிக்கும்படி, விலயனத்தின் அடியில் உப்புக் கரையாமல் தங்கி நிற்கும். இப்பூரித விலயனத்தை வடிதாள்கொண்டு வடிகட்டவும். பூரித விலயனத்தைத் தயாரிக்க இது ஒரு முறை.

அல்லது, கூஜாவில் முன்போல் தண்ணீரை எடுத்து அதில் 20 கிராம் நிறையுள்ள உப்பைப்போட்டுக் கலக்கிச் சிறிதளவு சூடுசெய்யவும். விலயனம் தெளிவாகத் தோன்றும். இன்னும் 5 அல்லது 10 கிராம் நிறையுள்ள உப்பைப் போட்டுச் சூடுசெய்யவும். எல்லா உப்பும் கரையாமல் ஒருபாகம் அடியில் தங்கியே இருக்கும். ஆகையால், அதிக உஷ்ணநிலையிலே பூரித விலயனம் தயாரிக்கப்பட்டிருக்கிறதென்று அறிவோம். கூஜாவைக் குழாயினடியில் அமர்த்திக் குழாயைத்திறந்து, குளிர்ந்த தண்ணீர் கூஜாவின் வெளிப்பாகத்தைக் கழுவும்படி செய்ய, சூடான விலயனம் குளிர, அதிக உஷ்ணநிலையில் கரைந்த அதிக உப்பெல்லாம் பிரிந்து, படிந்துவிடும். குளிர்ந்த விலயனம் சோதனைச் சாலை-உஷ்ண நிலையை அடையும்பொருட்டுக் கூஜாவை 30 நிமிஷ நேரம் மேஜையின்மேல் நிற்க வைக்கவும். பின்பு விலயனத்தை வடிகட்டவும். பூரித விலயனத்தைத் தயாரிக்க இது மற்றொரு முறை.

மேற்கூறிய முறை ஏதாவதொன்றில் தயாரிக்கப்பட்ட (வடிகட்டிய) விலயனத்தைச் சுமார் 10-க. ச. மீ. பரிமாணத்தில் எடைகட்டிய பீங்கான் கிண்ணத்தில் எடுத்துக் கொள். அதைக் கொதி தண்ணீரையுடைய போகணியில்

வைத்து வற்றவை. விலயனத்திலுள்ள நீரெல்லாம் ஆவியாகச் சென்ற பிறகு, ஜாக்கிரதையாகக் கிண்ணத்தை வெளியே எடுத்துச் சுத்தமான துணியால், அடிப்பாகத்தைத் துடைத்து, ஈரம் வாங்கியில் வைத்துக் குளிர்விக்கவும். 20 அல்லது 30 நிமிஷங்கள் சென்றபிறகு, உப்புள்ள கிண்ணத்தை எடைகட்டவும். கிண்ணத்தை 5 நிமிஷம் முன்போல் நீராவியிற் சூடுசெய்து, ஈரம் வாங்கியிற் குளிரச் செய்து, எடைகட்டு. முன் எடையைவிடக் குறைந்திருந்தால், மறுபடியும் நீராவியிற் சூடு செய்து, குளிரச் செய்து எடைகட்டு. தொடர்ந்து இரண்டு தடவைகளிலும் சமமான எடை காணப்படும் வரையில், கிண்ணத்தை சூடு செய்து, குளிரச் செய்து எடைகட்டவும். பின்பு அடியிற்கண்டபடி, உப்பின் கரைமானத்தைக் கணக்கிடவும்.

சோதனைச்சாலையின் உஷ்ணநிலை 25°ச.

கிண்ணத்தின் நிறை 52·70 கிராம்.

பூரித விலயனத்தைக்கொண்ட கிண்ணத்தின் நிறை 72·70 கி.

எடுத்துக்கொண்ட பூரித விலயனத்தின் நிறை 20·0 கி.

உப்புள்ள கிண்ணத்தின் நிறை (கடைசியில் நிறுத்த அளவு) = 58·0 கி.

உப்பின் நிறை = 58·0 − 52·7 = 5·30 கி.

தண்ணீரின் நிறை 20 − 5·30 = 14·70 கி.

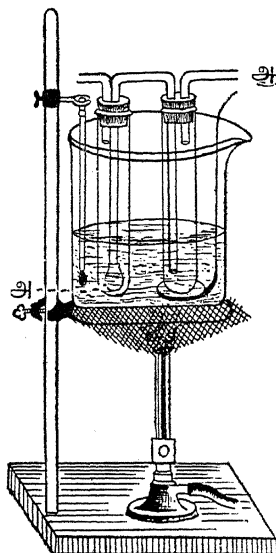
25°ச-ல் 14·70 கி. நிறையுள்ள தண்ணீரிற் கரைந்த உப்பின்நிறை = 5·30 கி.

∴ 25°ல் நூறு கி. தண்ணீரிற் கரையும் உப்பின் நிறை $= \frac{5 \cdot 30 \times 100}{14 \cdot 7} = 36 \cdot 05$ கி.

25°ல் உப்பின் கரைமானம் = 36·05.

பல உஷ்ண நிலைகளில் கரைமானத்தை அளவிடுதல்

ஓரங்குலம் குறுக்களவுள்ள ஒரு சோதனைக் குழாயை எடுத்துக்கொள்ளவும். இரு துவாரமுள்ள தக்கையால்



பல உஷ்ணநிலைகளிற் கரைமானத்தைக் கண்டுபிடிப்பதற்குரிய உபகரணம்

படம் 56

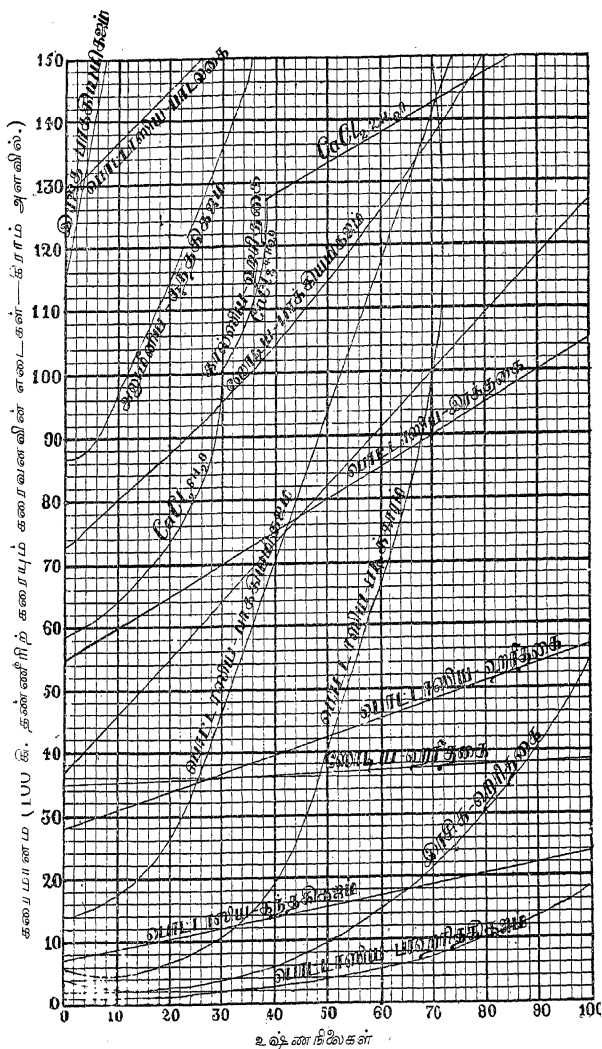
அடைத்து அதில் 56-வது படத்திற் காட்டியபடி ப வடிவமாக வளைக்கப்பட்டுள்ள குழாயை ஒரு துவாரத்திலும், ட வடிவுள்ள குழாயை மற்றொரு துவாரத்திலும்

நுழைக்கவும். அ என்ற நுனியில் மஸ்லின் துணியைப் பைபோல் கயிறு கொண்டு கட்டவும். மற்ற நுனியை மற்றொரு சோதனைக் குழாயின் தக்கையில் நுழைக்கவும். இத்தக்கையிலுள்ள மற்றொரு துவாரத்தில் 'ட' வடிவமாய் வளைக்கப்பட்ட குழாயை நுழைக்கவும். இந்த இரண்டு குழாய்களையும் கண்ணாடிப் போகணியிலுள்ள தண்ணீரில் வைத்து, தண்ணீரில் ஓர் உஷ்ணமானியைத் தொங்கவிட்டுப் படத்திற் காட்டியபடி ஜோடிக்கவும். 1-வது சோதனைக்குழாயில், வேண்டிய பூரித விலயனத்தை ஊற்றி 10 அல்லது 15 கிராம் நிறையுள்ள பொடி செய்விக்கப்பட்ட கரைபொருளையும் போட்டு, தண்ணீரைச் சூடு செய்யவும். சூடு ஒரே அளவிலிருக்கும்பொருட்டு, தண்ணீரைக் கலக்கு-குச்சியால் (Stirrer) நிதானமாகக் கலக்கிக் கொண்டிருக்கவும். 35°ச உஷ்ண நிலையில் கரைமானத்தைக் கண்டுபிடிக்கவேண்டுமென்று வைத்துக்கொள்ளுவோம். உஷ்ணமானி 40°ச-ஐக் காட்டும் வரையில் சூடு செய்து, சுடரைச் சிறிதளவாக்கி, மெதுவாக விலயனத்தைக் குளிரச் செய்யவும். உஷ்ணமானி 35°ச-ஐக் காட்டியவுடன் ஆ என்ற குழாயின் வழியாக உறிஞ்ச, விலயனம் 2-வது குழாயில் வந்து விழும். மஸ்லின் பை வழியாக விலயனம் வருவதால் உப்புத்துணுக்குக்கள் விலயனத்துடன் வரமாட்டா. பூரித விலயனமேதான் வரும். காலதாமதமின்றி 2-வது சோதனைக் குழாயிலுள்ள பூரித விலயனத்தை எடை கட்டிய பீங்கான் கிண்ணத்தில் வார்த்து (சுறுசுறுப்பும், பதறுத கைசாதுர்யமும் அவசியம்) கிண்ணத்தைக் கடிகாரக்கண்ணாடியால் மூடி (கடிகாரக்கண்ணாடியுடன் கிண்ணத்தை எடைகட்டியிருக்கவேண்டும்) குளிரச் செய்து, அதன் எடையைக் கண்டுபிடிக்கவும். நீராவிச் சூட்டால், முன்போல் விலயனத்தை நீர் முழுவதும் பிரியும் வரையில் காய்ச்சி, உப்பின் நிறையைக் கணக்கிடவும். இவ்விதமாக 35°ச-ல் உப்பின் கரைமானம் கணக்கிடப்படலாம்.

இதேவிதமாக, 40°ச-ல், 50°ச-ல், 60°ச-ல்.........100°ச-ல், உப்பின் கரைமானத்தைக் கண்டுகொள்ளவும். சோதனைச் சாலையின் உஷ்ண நிலைக்குக் குறைந்த உஷ்ண நிலைகளில் கரைமானத்தை அளவிட, போகணியிலுள்ள ஜலத்தைச் சூடு செய்விப்பதற்குப் பதிலாக அதில் வேண்டிய அளவில் பனிக்கட்டித்துண்டுகளைப் போட்டு, உஷ்ண நிலையைக் குறைத்துக்கொள்ளவும். வேண்டிய உஷ்ண நிலையை உஷ்ணமானி காட்டியவுடன், விலயனத்தை 2-வது சோதனைக்குழாயில் முன்போல் உறிஞ்சி, அதிலுள்ள உப்பின் நிறையைக் கணக்கிடவும்.

இவ்விதமாக அந்தந்த உஷ்ண நிலைக்கேற்றவாறு கரைமானத்தைக் கண்டுபிடித்துப் பரிசோதனைகளிலடைந்த அளவுகளைக் கிராப் (Graph) மூலமாகக் காண்பிக்கவும். கிராபிலுள்ள கோட்டிற்குக் "கரைமானக் கோடு" என்று பெயர். பார்த்தமாத்திரத்திலே உஷ்ண நிலைக்கும் கரைமானத்திற்குமுள்ள சம்பந்தத்தை அக் கோடு தெளிவுபட அறிவிக்கிறது. அநேகமாய் உஷ்ணம் அதிகரிப்பதற்கேற்றவாறே கரைமானமும் அதிகமாகும். படத்திற்காட்டிய கரைமானக் கோடுகளைக் (Solubility curves) கவனி:—(1) உஷ்ணநிலை உயர உயர பெரும்பான்மையாக எல்லா வஸ்துக்களின் கரைமானமும் அதிகரிக்கிறது என்பது, கரைமானக்கோடு இடதுபக்கமிருந்து வலதுபக்கமாக மேல்நோக்கியிருப்பதினின்று தெளிவுபடுகிறது. (2) சிற்சில வஸ்துக்களோவென்றால் உஷ்ணநிலை மாறுதலால், கரைமானத்தில் அதிக வித்தியாசத்தை அடைவதில்லை. இந்த விஷயம் சாதாரண உப்புப்போன்ற வஸ்துக்களின் கரைமானக் கோடுகளால் தெரிவிக்கப்படுகிறது. இக்கோடுகள் அநேகமாய் மேல்கீழாக இன்றி மட்டமாகவே செல்கின்றன. ஆனால் சில பொருள்களின் கரைமானம், உஷ்ணம் ஏறவேற விபரீதமாகக் குறைந்துகொண்டே

கரைமானக் கோடுகள்



படம் 57

வருகிறது. இப்பொருள்களின் கரைமானக்கோடுகள் கீழ் நோக்கிச் செல்லும். உதாரணம் :—

	0°ச	50°ச	100°ச	(உஷ்ண நிலையில்)
கால்ஸிய கிரோமிகஜம் (Calcium chromate)	4·5	1·12	0·42	(கரைமானம்)
கால்ஸிய-அப்ஜ-பிராணை (Calcium-Hydroxide)	0·14	0·10	0·06	,,

ஒரே உஷ்ணநிலையில், வஸ்துக்களின் கரைமானம். அந்தந்த வஸ்துவின் தன்மையைப் பொறுத்திருக்கிறது. (உ-ம்.)

வஸ்து	20°ச-ல் கரைமானம்
பொட்டாஸிய ஹரிதகிகஜம் (Potassium chlorate)	5 கி.
சாதாரண உப்பு (Sodium chloride)	36 கி.
மாக்னீஸிய கந்தகிகஜம் (Magnesium sulphate)	90 கி.
ஸீஸ-ஹரிதகை (Lead Chloride)	1·18 கி.
கால்ஸிய இங்காலிகஜம் (Calcium Carbonate)	0·05 கி.
இரஜத-ஹரிதகை (Silver Chloride)	0·00016 கி.
இரச-ஹரிதகை (பூரம்) (Mercurous Chloride)	0·00031 கி.

25°ச-ல் செய்யப்பட்ட பூரித விலயனம், அதிற் கரைபொருள் கொஞ்சமேனும் தனியே இல்லாமலிருக்கும் சமயத்தில், 40°ச வரை சூடு செய்யப்பட்டால், அந்நிலையில் அபூரிதமாயிருக்கும். அல்லாமல், 40°ச உஷ்ண நிலையிலுள்ள பூரித விலயனம், அதிற் கரைபொருள் கொஞ்ச

மேனும் தனியாயில்லாமலிருக்குஞ் சமயத்தில், மெதுவாகக் குளிரும்படிவிட்டால், உஷ்ணந் தணிந்தும், அதிக அளவிலுள்ள கரைபொருள் பிரிந்து வெளிப்படாமலுமிருக்கலாம். அந்நிலையிலுள்ள, விலயனத்திற்கு ஸம்பூரித விலயனம் (Super-Saturated-Solution) என்று பெயர். இந்நிலை பூரண ஸ்திரத்வம் பொருந்தியதில்லை. ஒரு திவலை அளவில், இவ்விலயனத்தில் கரைபொருள் போடப்பட்டால் உடனே அவ்வுஷ்ணநிலைக்குரிய கரைமானத்திற்கு மேற்பட்டுள்ள கரைபொருள் எல்லாம் அவபதிக்கும். ஸோடிய கந்தகிகஜஸ்படிகத்தைச் சோதனைக் குழாயில் அதே நிறையுள்ள தண்ணீருடன் கலந்து சூடுசெய்து தெளிவான திரவமுண்டாகியவுடன், சோதனைக்குழாயின் வாயில், பஞ்சைத் திணித்துச் சோதனைக்குழாய்-பீடத்தில் வைத்து விடு. விலயனத்தின் உஷ்ணநிலை சோதனைச்சாலையின் உஷ்ணநிலையை அடைந்தும், விலயனத்திலிருந்து திடப்பொருளொன்றும் பிரிகிறதில்லை. அது ஸம்பூரித விலயனம். ஆனால் அதில் ஒரு சிறிய ஸோடிய-கந்தகிகஜ ஸ்படிகத் துண்டைப் போட்டால், உடனே ஸ்படிகீகரணம் (Crystallization) ஆரம்பமாகி, அதிகமாய்க் கரைந்து நின்ற பொருள் அவபதித்துவிடும்

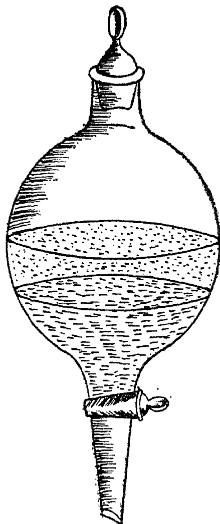
கொடுக்கப்பட்ட திரவம், விலயனமா அல்லது சுத்தத் திரவமா என்று சோதிக்கும் முறை

கொடுக்கப்பட்ட திரவத்திற் சிறிதளவைப் பீங்கான் கிண்ணத்திலெடுத்துத் திரவம் முழுவதும் ஆவியாய்ப் போகும்வரையிற் சூடுசெய். கிண்ணத்தில் ஏதாவது படிந்திருந்தால், திரவத்தை விலயனமென்று கொள். இது திட பதார்த்தம் கரைந்துள்ள விலயனங்களுக்கே பொருந்தும்.

தண்ணீரைத்தவிர மற்றத் திரவங்களும் கரைக்குஞ் சக்தியுளளவை. மேலும், திரவங்களில் திட பதார்த்தங்களும் திரவ பதார்த்தங்களும் வாயுக்களும் கரைகின்றன. இன்னும் சிற்சில திட பதார்த்தங்கள் ஒன்றிலொன்று

கரைந்துகொள்ளும் தன்மையுடையன. ஆகையால், "கரைமானம்" என்ற சொல் மேலே கூறியபடி விரிந்த பொருளுடையது.

பிரிக்கும் பெய்குழலில் (Separating funnel) தண்ணீரையும் ஈதரையும் (Ether) கலந்து, குலுக்கி, வளையத்



பிரிக்கும்புனலில் ஈதரும் தண்ணீரும் பிரிந்தமைவது

படம் 58

திற் பெய்குழலை நிறுத்திவை. ஈதர் இலேசான பொருளாகையால், தண்ணீருக்குமேல் மிதந்து நிற்கும். இவ்விரண்டு பொருள்களும் தனித்தனியே பிரிந்து நிற்பதை எளிதிற் பார்க்கலாம். எவ்வளவு குலுக்கிய பிறகும், அவை பிரிந்துவிடும். ஆனாலும் தண்ணீரிற் சிறிதளவு ஈதரும், ஈதரிற் சிறிதளவு தண்ணீரும் கரைந்திருக்கும். ஒரு சோதனைக்குழாயில், அடியில் நிற்கும் திரவத்தைப் பெய்

குழலிலிருந்து எடுத்துக்கொண்டு சூடு செய். வெளியேறும் ஆவியைக் கொளுத்திப்பார். அது எரியும். ஆகையால், தண்ணீரில் ஈதர் கரைந்திருக்கிறது என்பது திண்ணம். அடித் திரவத்தை வடித்துவிட்டு, மேல் ஈதர்-திரவத்தைச் சோதனைக் குழாயில் எடுத்து, அதில் சுட்ட-வெளுப்புநிறமுள்ள-துருசைப் போட அது நீலமாக மாறும். இம்மாறுதல் ஜலசம்பந்தத்தால்தானேற்படும். அல்லது, மேற்படி ஈதர்-திரவத்துடன் சிறிதளவு பெட்ரோலையோ (Petrol) பென்ஸீனையோ (Benzene) கலந்து குலுக்க அத்திரவம் பால்போல் மங்கலாக மாறும். நீர்த் திவலைகளும் எண்ணெய்த் திவலைகளும் ஐக்கியமாகாமல் முரண்பட்டு நிற்கும் சமயங்களிலெல்லாம், இப் பால் போன்ற தோற்றம் காணப்படும். இவ்விரு சோதனைகளும் தண்ணீர் இருப்பதை அறிவிக்கும்.

விலயனமாகுங்கால் தோன்றும் உஷ்ணபேதம்

கரைவன தண்ணீரில் கரையும்பொழுது உஷ்ணபேதம் ஏற்படுகிறது. சில சமயங்களிற் குளிர்ச்சியும் சில சமயங்களில் உஷ்ணமும் நிகழ்கின்றன. ஒரு கண்ணுடிப் போகணியில் 25·0 க. ச. மீ. அளவில் தண்ணீரை எடுத்துக்கொண்டு அதன் உஷ்ண நிலையை உஷ்ணமானி கொண்டு அளந்துபார். 20 கிராம் அமோனிய-ஹரிதகை அல்லது அமோனிய-கந்தகோ-காலகிகஜத்தை (Ammonium Chloride or Thiocyanate) கரைத்து, உஷ்ணநிலையைக் கவனி. விலயனம் ஜில்லென்று மாறிப் போகணிக்கு வெளியில் சிறு நீர்த்துளிகள் படிந்திருப்பதைப் பார். இவ்விகாரத்தில் உஷ்ணம் சோஷிக்கப்பட்டுக் குளிர்ச்சி உண்டாகிறது. மற்ருெரு கண்ணுடிப் போகணியில் முன்போல் நீரை எடுத்து அதன் உஷ்ண நிலையைக் குறி. ஒரு சிறிய கொப்புளமுள்ள (bulb) குழாயில் ஈதரை எடுத்துக் கொப்புளமுள்ள பாகத்தைத் தண்ணீரில் அமுக்கி, மேலே உள்ள குறுகிய வாயருகில் ஒரு எரிகொள்ளியைக் கொண்டுவா. ஈதராவி வெளிவந்து எரியாது. போகணி

யில் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தை ஊற்று. அது "சுர்" என்ற ஓசையுடன் கலக்க, விலயனத்திற் சூடு உண்டாகும். ஈதரும் கொதித்து வெளிவரும். இந்தச் சமயத்தில் எரிகொள்ளியை முன்போற் கொண்டுவர, ஈதராவி தீப்பற்றி, நீண்ட சுடருடன் எரியும். இவ்விகாரத்தில் உஷ்ணம் வெளிப்படும். போகணி பொறுக்கமுடியாத சூட்டுடனிருக்கும். இன்னுமதிகமாகக் கந்தகத் திராவகத்தை ஊற்றினால், விலயனம் கொதிக்கவுங் கொதிக்கலாம். கந்தகத் திராவகத்தைத் தண்ணீருடன் கலக்கும்பொழுது அதிக ஜாக்கிரதையாகவே இருக்கவேண்டும். எப்பொழுதும் கந்தகத்திராவகத்தைத்தான் தண்ணீரில் கொஞ்சங் கொஞ்சமாக ஊற்றவேண்டும். விபரீதமாய்த் தண்ணீரைக் கந்தகத்திராவகத்தில் விட்டால், விலயனம் உஷ்ணத்தாற் சட்டென்று பொங்கி வெடித்து, கண், முகம் முதலியவைகளில் தாக்கித் தீங்குகளை விளைவிக்கும்.

வாயுக்களின் கரைமானம்

பல வாயுக்களும் தண்ணீரிற் கரைகின்றன. சில வாயுக்கள் அதிக அளவிலும், சில சிறிய அளவிலும் கரையும். கரைமானம் உஷ்ண நிலையைப் பொறுத்ததாயிருக்கும். இங்கு உஷ்ணம் அதிகமாகஆகக் கரைமானம் குறைந்துகொண்டே வரும். நூறு கனபரிமாணத் தண்ணீரில் 760 ஸஹஸ்ராம்ச மீட்டரளவுள்ள அமுக்கத்தில்

பிராண வாயு	0°ச-ல்	5	பங்கும்	20°ச-ல்	3	பங்கும்
பாக்கியஜனகம் (வெடியுப்பு வாயு)	,,	2·4	,,	,,	1·6	,,
அப்ஜனகம்	,,	2·0	,,	,,	1·8	,,
அமோனியா வாயு	,,	129800	,,	,,	71000	,,
கந்தக-துவி-பிராணை	,,	7980	,,	,,	3840	,,
அப்ஜனக-ஹரிதகை (வாயு)	,,	52500	,,	,,	44000	,,

மேற்கூறிய வாயுக்களெல்லாம் அப்ஜனக-ஹரிதகையைத்தவிர, அவ்வவற்றின் விலயனத்தைச் சூடு செய்ய, முழுவதும் வெளியேறிவிடும். வீரியமுள்ள அப்ஜனக-ஹரிதகை-திராவகத்தைச் சூடு செய்ய அப்ஜனக-ஹரிதகை வாயுவும், அதிகத் தண்ணீர் கலந்த திராவகத்தைச் சூடு செய்ய நீராவியும் முதலில் வெளியேறும். பொதுவாய்ச் சொல்லுமிடத்து, திடப்பொருள்களின் தன்மைக்கு விரோதமாக, வாயுக்களின் கரைமானம், உஷ்ணமதிகரிக்க அதிகரிக்கக் குறைந்துகொண்டே வருகிறது.

திரவத்தில் வாயுவின் கரைமானம், வாயுவின் அமுக்க நிலையைப் பொறுத்துமிருக்கிறது. "சிறிதளவிற் கரையக்கூடிய வாயுக்களெல்லாம், அமுக்க நிலைக்கு நேர் விகித ஸாம்யமாகவே, திராவணங்களிற் கரைகின்றன. இங்கு உஷ்ணநிலை ஒரே அளவிலிருக்கவேண்டும்."[1] என்பதை 1803-ம் வருஷம் ஹென்ரீ (Henry) கண்டு வெளியிட்டார். இதற்கு ஹென்ரீ நியாயம் (Henry's Law) என்று பெயர். அதிக அளவிற் கரையும் வாயுக்கள் இந் நியாயத்திற்குட்பட்டவை அல்ல. மேலும், "பல வாயுக்களின் கலவை ஒரு திராவணத்திற் கரைக்கப்பட்டால் ஒவ்வொரு வாயுவின் கரைமானமும், அததன் பரிமாணத்தையும் அம்ச அமுக்கத்தையும் பொறுத்திருக்கும். ஒரு வாயுக் கலவை திராவணத்தைத் தொட்டு நிற்க, அந்தச் சமயத்திலும் கலவையிலுள்ள ஒவ்வொரு வாயுவும் அததன் அம்ச அமுக்கத்திற்கேற்பக் கரையும்."[2]

[1] In the case of sparingly soluble gases, the quantity of a gas dissolved by a certain solvent at a certain temperature is proportional to the pressure.

[2] When a mixture of gases is exposed to the action of a solvent, the amount of each gas which is dissolved by the solvent is proportional to its partial pressure.

தண்ணீரில் எந்த அளவிற் காற்று கரைந்திருக்கிறது என்று சோதிக்க, ஓர் உருண்டைக் கண்ணாடிக் கூஜாவை எடுத்து, அதன் கனபரிமாணத்தைக் கண்டுபிடி. அதில் தண்ணீரை நிரப்பி, விடுகுழாயிலும் தண்ணீரை நிரப்பி, தக்கை கொண்டு அடைத்து, விடுகுழாயின் வெளி நுனியைத் தண்ணீருக்கடியில் துளை-பீடத்தில் அமைக்கவும். துளை-பீடத்துக்கு மேல், அளவு கோடிட்ட குழாயில் தண்ணீரை நிரப்பித் தலைகீழாக வைக்கவும். கூஜாவைப் புன்ஸன் அடுப்புக்கொண்டு சூடுசெய். கரைந்த காற்று வெளிக்கிளம்பி, அளவு குழாயிற் செல்லும். எல்லாக்காற்றும் கிளம்பிய பிறகு, அளவு குழாயின் வாயை விரலால் அடைத்துக் குழாயின் வாயை ஓர் உயரமான குவளையிலுள்ள தண்ணீரில் அமுக்கி, விரலை எடுத்து, உள்ளும் வெளியும் ஓரே மட்டத்தில் ஜலமிருக்கும் வரையிற் குழாயை அமுக்கிக் கனபரிமாணத்தை அள. இவ்வளவு கன பரிமாணமுள்ள காற்று முன்னுற் கண்டுபிடித்த கூஜா அளவுள்ள தண்ணீரில், சோதனைச்சாலையின் உஷ்ண நிலையிலும் வாயுவின் அம்ச அமுக்க நிலையிலும்,[1] கரைந்திருக்கிறது என்று தெரிந்துகொள்ளலாம்.

4°ச உஷ்ண நிலையிலும், 760 ஸ. மீ. அமுக்க நிலையிலும், 100 க. ச. மீ. தண்ணீரில், 0·00294 கி. வெடியுப்பு வாயு கரையுமேயானால், அதே உஷ்ண நிலையிலும் அதே அளவுள்ள தண்ணீரிலும், 1600 ஸ. மீ. அமுக்க நிலையில் எவ்வளவு வெடியுப்பு வாயு கரையுமென்று கணக்கிடு.

760 ஸ. மீ. நிலையில் கரையும் வாயுவின் நிறை
$$= 0{\cdot}00294 \text{ கி.}$$

∴ ஹென்ரீ நியாயத்தின்படி

1600 ஸ. மீ. நிலையில் கரையும் வாயுவின் நிறை
$$= \frac{0{\cdot}00294 \times 1600}{760} = 0{\cdot}00619 \text{ கி.}$$

[1] வாயுவின் அம்ச அமுக்கம் = வாயுமண்டல அமுக்கம் — சோதனைச்சாலை உஷ்ணநிலைக்குரிய நீராவி-அமுக்கம்.

கன பரிமாண அளவில் 1 பங்கு அப்ஜனக வாயுவும், 2 பங்கு பிராணவாயுவுஞ் சேர்ந்த கலவை 0°ச உஷ்ணமும், 741 ஸ. மீ. அமுக்கமும் உள்ள நிலையில் தண்ணீருக்கு மேல் சேகரிக்கப்பட்டிருக்கிறது. 0°ச உஷ்ணம், 760 ஸ.மீ. அமுக்கநிலையில், 100 க. ச. மீ. அளவுள்ள தண்ணீர் பிராணவாயுவையும், அப்ஜனக வாயுவையும் முறையே 0·00701 கி., 0·00189 கி. நிறையில் கரைக்குமேயானால், மேலே குறிப்பிட்ட கலவையிலுள்ள அப்ஜனகமும் பிராணவாயுவும் ஒரு லீட்டர் தண்ணீரில் எவ்வளவிற் கரையும் என்பதைக் கணக்கிட்டுச் சொல்.

பிராணவாயுவும் அப்ஜனக வாயுவும் 2 : 1 என்ற பரிமாணத்திலிருப்பதால் அவைகளின் அம்ச அமுக்கமும் அந்த விகிதத்திலேதானிருக்கவேண்டும்.

∴ பிராணவாயுவின் அம்ச அமுக்கம்

$$= \frac{2}{3} \times 741 = 494$$ ஸ. மீ. (இரஸ உயரம்)

அப்ஜனக வாயுவின் அம்ச அமுக்கம்

$$= \frac{1}{3} \times 741 = 247$$ ஸ. மீ.

0°ச உஷ்ணம் 760 ஸ. மீ. அமுக்க நிலையில் 100 க. ச. மீ. அளவுள்ள தண்ணீரிற் கரையும் பிராண வாயுவின் நிறை 0·00701 கி.

அதே உஷ்ண நிலையிலும் அதே கன பரிமாணமுள்ள தண்ணீரிலும் 494 ஸ. மீ. அமுக்க நிலையிற் கரையும் பிராணவாயுவின் நிறை =

$$\cdot 00701 \times \frac{494}{760} = 0\cdot 00455$$ கி.

0°ச உஷ்ணம் 494 ஸ. மீ. அமுக்க நிலையில் ஒரு லீட்டர் தண்ணீரிற் கரையும் பிராணவாயுவின் நிறை =

$$\frac{\cdot 00455 \times 1000}{100} = 0\cdot 0455$$ கி.

0°ச உஷ்ணம் 760 ஸ.மீ. அமுக்க நிலையில் 100 க.ச.மீ. தண்ணீரிற் கரையும் அப்ஜனகத்தின் நிறை $= 0{\cdot}00189$ கி.

0°ச உஷ்ணம் 247 ஸ.மீ. அமுக்க நிலையில் 100 க.ச.மீ. தண்ணீரிற் கரையும் அப்ஜனகத்தின் நிறை $=$

$$\frac{{\cdot}00189 \times 247}{760} = 0{\cdot}000614 \text{ கி.}$$

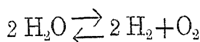
0°ச உஷ்ணம் 247 ஸ. மீ. அமுக்க நிலையில் ஒரு லீட்டர் தண்ணீரிற் கரையும் அப்ஜனகத்தின் நிறை $=$

$$\frac{0{\cdot}000614}{100} \times 1000 = 0{\cdot}00614 \text{ கி.}$$

ஆகையால், கொடுத்த நிலையில் ஒரு லீட்டரில் $0{\cdot}0455$ கிராம் நிறையுள்ள பிராணவாயுவும், $0{\cdot}00614$ கிராம் நிறையுள்ள அப்ஜனக வாயுவும் கரையும்.

தண்ணீரின் ரஸாயன குணங்கள்

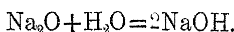
தண்ணீர் ஒரு நிலையுள்ள பொருள் (Stable Compound). சாதாரண உஷ்ணம் அதை விபாகிக்க முடியாது. 1000°ச உஷ்ண அளவிற்கூட நீராவி விபாகிக்கிறதில்லை. 2500°ச-ல் நீராவியில் பத்திலொரு பங்கு விபாகிக்கிறது.



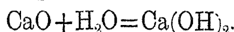
$$2\,H_2O \rightleftarrows 2\,H_2 + O_2$$

ஸோடியம், பொட்டாஸியம், கால்ஸியம் முதலிய உலோகங்கள் தண்ணீரினின்று அப்ஜனகத்தைச் சாதாரண உஷ்ண நிலையிலேயே விலக்குமென்றும், மாக்னீஸியம் இரும்பு முதலிய உலோகங்கள் நீராவியினின்று அப்ஜனகத்தை விலக்குமென்றும் முன்பே குறிப்பிட்டோம். தாமிரம், இரஸம், வங்கம் முதலிய உலோகங்கள் தண்ணீருடன் விகாரிப்பதாகத் தெரியவில்லை.

தண்ணீர் உலோகப் பிராணைகளுடன் கலந்து க்ஷாரங்களைக் கொடுக்கிறது.

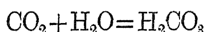


$$Na_2O + H_2O = 2NaOH.$$

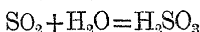


$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2.$$

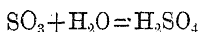
தண்ணீர் உலோகமல்லாத தனிப்பொருள்களின் பிராணைகளுடன் கலந்து அமிலங்களைக் கொடுக்கிறது.



$$CO_2+H_2O=H_2CO_3$$



$$SO_2+H_2O=H_2SO_3$$



$$SO_3+H_2O=H_2SO_4$$



$$P_2O_5+3H_2O=2H_3PO_4$$

இங்காலிகாமிலமும் (Carbonic acid H_2CO_3) கந்தகாமிலமும் (Sulphurous acid H_2SO_3) நிலையற்ற அமிலங்கள். அவ்வமிலங்களைக் கொதிக்கவைத்து அவற்றினின்று முறையே இங்கால-துவி-பிராணையையும் CO_2, கந்தக-துவி-பிராணையையும் SO_2 முற்றிலும் அகற்றிவிடலாம்.

நீரேற்றல் (Hydration)

சில உப்புக்களுடன் சேர்ந்து தண்ணீர் அமைந்திருக்கலாம். அவ்வித உப்புக்கள் பெரும்பான்மையாக ஸ்படிக வடிவம் உடையவை. அவற்றைச் சூடு செய்ய, அவை பொரிந்து அவற்றிலுள்ள தண்ணீரை விடுப்பதுடன் தமது ஸ்படிக வடிவையும் இழக்கின்றன. எனவே இத்தண்ணீருக்கு "ஸ்படிக நீர்" (Water of Crystallization) என்று பெயர்.[1] ஸ்படிக நீரைக்கொண்ட வஸ்துக்களுக்கு "நீர்ப் பொருள்கள்" (Hydrates) என்று பெயர்.

[1] ஒரு பொருளைச் சூடுசெய்யுங்கால், தண்ணீர் பிரிந்து படிவதைக் கண்டு அப்பொருள் ஒரு நீர்ப்பொருளென்று உடனே சொல்லிவிடமுடியாது. நீர்ப்பொருள்களல்லாத சில அங்ஙனம் தண்ணீரை வெளிவிடலாம். உதாரணமாக ஸோடிய-அப்ஜ-இங்காலிகஜத்தை (Sodium bicarbonate) சூடு செய்ய, தண்ணீரும் கரியமிலவாயும் வெளியேறும். ஸோடிய-இங்காலிகஜம் (Sodium Carbonate) தங்கி நிற்கும். $2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3+H_2O+CO_2$. ஸோடிய-இங்காலிகஜத்துடன் தண்ணீரைக் கலக்க, திரும்பவும் அது ஸோடிய-அப்ஜ-இங்காலிகஜமாக மாறுது. இவ்விதமான ரஸாயன மாறுபாடுகளிலீடுபடும் பொருள்கள் பல உள என்பதைப் பின்னுற் பல தடவை காண்போம்.

உதாரணம் :—

மயில் துத்தம் அல்லது
நீர்-தாமிர-கந்தகிகஜம்
(Blue vitriol or Hydrated Copper Sulphate) $CuSO_4 5H_2O$

அன்னபேதி அல்லது
நீர் அயச-கந்தகிகஜம்
(Green vitriol or Hydrated Ferrous Sulphate) $FeSO_4 7H_2O$

நீர் பேரிய-ஹரிதகை
(Hydrated Barium Chloride) $BaCl_2 2H_2O$

சீனிக்காரம் (Alum) $K_2So_4Al_2(So_4)_3 24H_2O$

வெங்காரம் (Borax) $Na_2B_4O_7 10H_2O$

இவ்வுப்புக்களின் சங்கேதங்களை (Formulæ) எழுதும் பொழுது நாம் தண்ணீர் அணுக்களைத் துண்டுபடுத்தி எழுதிக்காண்பிக்கிறோம். தண்ணீர் அணுக்கள் முழுவதும் ஐக்கியமாகாத நிலையிலிருக்கின்றன என்பதை அவை காண்பிப்பனபோலும்.

சில நீர்ப்பொருள்கள் சூட்டில் ஸ்படிக நீரையிழக்கும் பொழுது தமது நிறத்தையிழந்து புது நிறத்தையும் ஏற்கலாம். ஒரு சோதனைக் குழாயில், நீர்-மயில்-துத்தத்தை (Hydrated Copper Sulphate) எடுத்துக் குழாயைப் படுத்த நிலையில் அமர்த்தித் துத்தத்தைச் சூடுசெய். நீராவி பிரிந்து, குழாயின் குளிர்ந்த பாகத்தில் நீர்த்துளிகளாகப் படியும். துத்தத்தின் நீல நிறம் மாறி வெளுத்துப்போகும். துத்தத் துண்டுகளும் தங்களது உருவத்தை இழந்து பொடியாகும். நீர் நீங்கி அடியில் தங்கியிருக்கும் பொருளுக்கு, "நீரற்ற தாமிர கந்தகிகஜம்" (Anhydrous Copper Sulphate) அல்லது "சுட்டதுத்தம்" என்று பெயர். நீர்ப்பொருளை, உஷ்ணம், தண்ணீராகவும் அஸ்படிக உப்பாகவும் (Amorphous salt) மாற்றுமென்பதை

அறிகிறோம். அச்சுட்ட துத்தத்தின்மேற் சில நீர்த்துளி களை வார்த்துப் பார். அல்லது அப்பொருளை ஒரு கைக் கடிகார வில்லையிலெடுத்துக் காற்றுப்படவை. துத்தத்தின் பழைய நீல நிறம் திரும்புவதையும் அது சிறிய ஸ்படிக உருவமுள்ள துணுக்குகளாய் மாறுவதையுங் கவனி. நீரற்ற பொருளுடன் நீர் சேர்ந்து நீர்ப்பொருளுண்டாகும் பொழுது, அதிக உஷ்ணம் உண்டாகும். ஆகையால் இந் நீரே, உப்பின் வர்ணத்திற்கும், ஸ்படிகவடிவிற்கும் ஆதா ரம்போலும். ஆனதுபற்றியே, அதற்கு, "ஸ்படிக நீர்" என்று பெயர் வந்தது. ஆனால் நீர் சேர்ந்தில்லாத ஸ்படிக உப்புக்களும் உண்டு என்பதை நாம் மறக்கக் கூடாது. உ-ம் :—சாதாரண உப்பு NaCl, பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜம் $KClO_3$.

இன்னும் சில நீருப்புக்களைக் கவனிப்போம். ஸ்படிக கோபத-ஹரிதகை (Cobalt Chloride) வெளுத்த ஊதா நிறமுடையது. அதைத் தண்ணீரிற் கரைத்து, அந்த விலயனத்தாற் காகிதத்தில் ஏதாவது எழுது. உலர்ந்தபின் கவனித்தால் காகிதத்தில் எழுதப்பட்ட எழுத்துக்கள் ஒன்றும் கண்ணுக்குத் தெரியமாட்டா. கவனமாகச் சிற் றலைக்குமேல், காகிதத்தைச் சூடுசெய்ய, எழுத்துக்கள் தெளிவாகவும், நீல வர்ணத்திலும் காணப்படும். காகிதம் குளிர்ந்தால் எழுத்துக்கள் மறைந்துபோம். மறுபடியும் சூடுசெய்ய, மறுபடியும் தோன்றும். ஏன்? உஷ்ண நிலை யில், நீருப்பிலிருந்து நீர் பிரிந்துவிட நீரற்ற உப்புத் தங்கு கிறது. நீரற்ற உப்பின் நிறம் நீலம். குளிரும்பொழுது காற்றிலுள்ள நீராவியுடன் நீரற்ற உப்புச்சேர்ந்து, நீருப் பாக மாறுவதால் நீல நிறம் மறைகிறது. இக்குணத்தின் உதவிகொண்டு, சிலர் இரகசியமான கடிதங்களை இம் மறை-மை (Sympathetic ink) கொண்டு எழுதுகிறார்கள். விஷயமறியாதவர்கள் பார்த்தால், கடிதம் வெறுங் காகித மென்று நினைப்பார்கள். விஷயமறிந்தவன் இக்கடிதத்தை நெருப்பண்டை கொண்டுபோய்ச் சூடுசெய்து சமாசா

ரத்தை வாசித்துவிட்டு, மறுபடியும் காகிதத்தைக் குளிர வைத்து விடுவான். நீர்-கோபத-ஹரிதகையின் நிறம் வெளுத்த ஊதாவென்றும் நீரற்ற உப்பின் நிறம் நீலமென்றும் அறிகிறோமல்லவா? சில நீருப்புக்களின் நிறங்களையும் அவற்றிற்குரிய நீரற்ற உப்புக்களின் நிறங்களையும் கீழே காண்க.

உப்பு	நீர் உப்பின் நிறம்	நீரற்ற உப்பின் நிறம்
தாம்ரிக ஹரிதகை (Cupric Chloride)	பச்சை நீலம்	பழுப்பு
மயில்துத்தம் அல்லது தாமிர-கந்தகிகஜம் (Copper Sulphate)	நீலம்	வெள்ளை
கிரோமிய உப்புக்கள் (Chromium Salts)	கத்தரிப்பூ நிறம் (நீல லோஹிதம்) (Violet)	பச்சை
அயச உப்புக்கள் (Ferrous Salts)	வெளுத்த பச்சை அல்லது வெளுத்த நீலம்	வெள்ளை
அயிக-ஹரிதகை (Ferric Chloride)	பிரகாசமுள்ள மஞ்சள்	இரும்புக் கறுப்பு
அயிக-படிக்காரம் (Ferric Alum)	வெளுத்த கத்தரிப்பூ	மஞ்சள் சேரிந்த வெள்ளை
நிக்கல உப்புக்கள் (Nickel Salts)	பச்சை	மஞ்சள்
கோபத ஹரிதகை (Cobalt Chloride)	சிவப்பு ஊதா	நீலம்
கோபத இரக்தகை (Cobalt Bromide)	கருஞ்சிவப்பு	பச்சை
கோபத பாடலகை (Cobalt Iodide)	கருஞ்சிவப்பு	கத்தரிப்பூ
கோபத கந்தகிகஜம் (Cobalt Sulphate)	சிவப்பு	வெளுத்த ஊதா

ஸ்படிக நீர்ப்பொருள் ஒவ்வொன்றும் ஒவ்வோ ருஷ்ண நிலையிலும் திட்டமான நீராவி-அழுத்தத்தைக் காட்டுகிறது. பாரமானியிலுள்ள டாரிஸீலி-வெற்றிடத்தில் சிறிதளவு நீர்ப்பொருளைப் புகவிட்டு அதற்குரிய நீராவி-அழுத்தத்தை 192-வது பக்கத்தில் குறிப்பிட்டபடி அளவிடலாம். ஒரு நீர்ப்பொருளின் நீராவி-அழுத்தம் உஷ்ணநிலை ஏற ஏற உயருகிறது; உஷ்ணநிலை தணியத் தணியக் குறைகிறது.

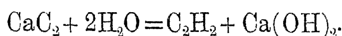
பூத்தலும் (Efflorescence) கசிதலும் (Deliquescence)

சில நீர்ப் பொருள்களைக் காற்றுப்பட வைத்தால், அவை ஸ்படிக நீரை ஒரு பாகமளவிலோ முற்றிலுமோ வெளிவிட்டுப் பூத்துப்பொடியாகின்றன. ஸ்படிக ஸோடிய கந்தகிகஜத்தையும் ($Na_2SO_4 10H_2O$) ஸ்படிக ஸோடா-உப்பையும் ($Na_2CO_3 10H_2O$) கண்ணாடித்தட்டுக்களில் எடுத்துக் காற்றுப்படும்படி மேஜையின்மேல் வை. சற்று நேரஞ் சென்றபிறகு பார்த்தால், ஸ்படிகத் துண்டுகள் பூத்து வெளுத்திருப்பதைக் காண்பாய். இவ்விதமான பொருள்களுக்குப் பூக்கும் (Efflorescent) பொருள்களென்றும் இத்தன்மைக்குப் பூத்தலென்றும் பெயர். வாயுமண்டலத்திலுள்ள நீராவியின் அம்ச-அழுக்கத்தைவிட நீர்ப்பொருளின் நீராவி-அழுத்தம் அதிகமாயிருக்குமாயின் அந்நீர்ப்பொருள் பூக்கும். சிற்சில வேளைகளில், காற்றின் ஈரப்பதன் (Humidity) அதிகமாயிருக்கும்பொழுது பூக்காத ஒரு நீர்ப்பொருள், காற்றின் ஈரப்பதன் குறைந்திருக்குங்கால் பூக்கும்.

சில பொருள்களைக் காற்றுப்படவைத்தால் அவை காற்றிலுள்ள நீராவியை உறிஞ்சிக், கசிந்து, கரைந்து பாகுபோல் ஆகும். ஸ்படிக-கால்ஸிய-ஹரிதகையையும் (Calcium chloride, $CaCl_2 6H_2O$) ஸ்படிக அயிக-ஹரிதகையையும் (Ferric chloride, $FeCl_3 6H_2O$) காற்றுப்பட வைக்க, அவை ஆகாயத்திலுள்ள நீராவியை உறிஞ்சிக் கசிந்து,

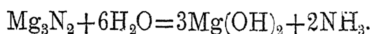
பாகுபோலாகும். இத்தன்மைக்குக் 'கசிதல்' அல்லது ஜலக்ராஹகத்வம் அல்லது நீர் உறிஞ்சுதல் (Deliquescence) என்றும், இப்பொருள்களுக்குக் கசிபொருள்கள் (Deliquescent substances) என்றும் பெயர். இத்தன்மை நீர்ப்பொருள்களுக்குமட்டுமே உரியது என்று கருதக் கூடாது. அநேகமாய் நீரில் அதிக அளவிற் கரையக்கூடிய பொருள்கள் யாவும் இங்ஙனங் கசியும். (உ-ம்) பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணை KOH, பொட்டாஸிய-பாக்நியசஜம் KNO_3. ஒரு பொருளின் பூரித விலயனம் காட்டும் நீராவி-அழுத்தம் வாயுமண்டலத்திலுள்ள நீராவியின் அம்ச-அழுக்கத்தைவிடக் குறைந்திருக்குமாயின், அந்நீர்ப்பொருள் கசியுந்தன்மையுடையதாகவிருக்கும். விலயனத்தின் நீராவி-அழுத்தம் வாயுமண்டலத்திலுள்ள நீராவி-அழுத்தத்திற்குச் சமமாகும்வரை, கரைபொருள் காற்றினின்று நீரை உறிஞ்சிக் கரைந்து கசியும். ஓர் ஈரம் வாங்கும் பொருளின் (Drying-agent) திறன், அதன் விலயனங் கொடுக்கும் நீராவி அழுத்தம் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு குறைந்திருக்குமோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு அதிகமாகவிருக்கும்.

தண்ணீர், சில பொருள்களுடன் சம்பந்தப்பட்டால் ரஸாயன விகாரங்கள் ஏற்படுகின்றன. ஸோடிய-பர-பிராணையின்மேல் (Sodium Peroxide) தண்ணீரைச் சொட்டவிடப் பிராணவாயுவும் ஸோடா க்ஷாரமும் உண்டாகும் என்பதை முன்னுலேயே கவனித்துள்ளோம். கால்ஸிய-இங்காலை (Calcium Carbide) யின்மேல் தண்ணீரைச் சொட்டவிட்டால் அஸெடலீன் (Acetylene) என்னும் ஒருவித எரிகாற்று வெளிவரும். இதைக் கொளுத்திவிட்டால் நன்றாய்ப்பற்றி எரியும். ஸைக்கிள் விளக்குக்களிலும் மோட்டார் விளக்குக்களிலும் இவ்வாயு உபயோகிக்கப்படுகிறது.



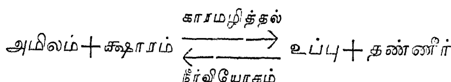
$$CaC_2 + 2H_2O = C_2H_2 + Ca(OH)_2.$$

தண்ணீர் சில பாக்கியஜனகைகளுடன் (Nitrides) சம்பந்தப்பட்டு நிற்க அமோனியா வாயு உண்டாகும்.



$$Mg_3N_2+6H_2O=3Mg(OH)_2+2NH_3.$$

இவ்விதப் பிரதிக்கிரியைகளுக்கு "நீர்வியோகம்" (Hydrolysis) என்று பெயர். நீர் வியோகத்தில், விகாரத்திற்குத் தண்ணீர் காரணமாகாநிற்க, உலோக அப்ஜபிராணகைகளும் (Hydroxides of metals) உலோகமல்லாத தனிப்பொருள்களின் அப்ஜனகைகளும் (Hydrides of Non-metals) உண்டாகும். நீர் வியோகத்தின் விசேஷத்தை மறுபடியும் "காரமழித்தல்" (Neutralization) என்பதைப்பற்றிப் படிக்கும்பொழுது விரிவாகக் கவனிப்போம். காரமழித்தலுக்கு ஒருவிதத்தில், நீர்வியோகம் எதிரிடையாக இருக்கிறதென்பதைக் காண்போம். அமிலமும் க்ஷாரமும் சேர்ந்தால் உப்பும் தண்ணீரும் உண்டாகும். இது காரமழித்தல். சில உப்புக்கள் தண்ணீருடன் கலக்க, ஒரு அளவிலோ, முற்றிலுமோ, அமிலமும் க்ஷாரமும் விகாரத்தில் தோன்றும். இதுதான் நீர்வியோகம்.



தண்ணீரின் சங்கலனம் (Composition of Water)

ஒரு பொருளின் சங்கலனத்தைக் கண்டுபிடிக்க, (1) முதல் முதலில் அதைப் பல ரஸாயன முறைகள் கொண்டு விபாகித்துப்பார்த்து, அதிலுள்ள தனிப்பொருள்களைக் கண்டுபிடிக்கவேண்டும். இதற்கு ஜாதி விபாகம் அல்லது பண்பறி பகுப்பு அல்லது ஜாதி விச்லேஷணம் (Qualitative analysis) என்று பெயர். (2) பிரித்துக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட தனிப் பொருள்களை ஒன்று சேரும்படி செய்ய, முதலில் எடுத்துக்கொண்ட சேர்க்கைப் பொருள் உண்டாகவேண்டும். இதற்கு "ஸம்யோகம்" (Synthesis) அல்லது தொகுத்தல் என்று பெயர். இவ்விரு

முறைகளாலும் சேர்க்கைப்பொருளின் ஜாதிசங்கலனமே அறியப்படும். தனிப்பொருள்கள் எந்தெந்த அளவிற் சேர்ந்திருக்கின்றன என்று தெரிந்துகொள்ளச் சில பிரமாண விச்லேஷண முறைகள் (Quantitative Analysis) உண்டு. பிரமாண விச்லேஷணமுறை இருவகைப்படும்:—(1) கன விச்லேஷணம் அல்லது பரிமாண விபாகம் அல்லது பருமனறி பகுப்பு (Volumetric analysis); (2) எடை விச்லேஷணம் அல்லது குருத்துவ விபாகம் அல்லது பண்பறி பகுப்பு (Gravimetric analysis). பிரமாண விச்லேஷணத்தை அறிந்தபிறகு, அவ்வளவில் தனிப் பொருள்களை, உரிய ரஸாயன முறையால் ஐக்கியமாகச்செய்ய, எடுத்துக்கொண்ட சேர்க்கைப்பொருளுண்டாகவேண்டும். இவ்விதமாகவே ஒரு பொருளின் சங்கலனத்தைக் கண்டு, அதை நிச்சயப்படுத்தவேண்டும்.

தண்ணீரின் சங்கலனத்தை ஜாதி விச்லேஷண-ஸம்யோக முறைகளால் நிச்சயித்தல்

தண்ணீரிற் சிறிதளவு ஸோடிய அல்லது பொட்டாஸியத் துண்டைப் போட, அப்ஜனக வாயு உண்டாகிறது என்று தெரிந்துகொண்டோமல்லவா? ஸோடியமும் பொட்டாஸியமும் தனிப் பொருள்களாகையால் அப்ஜனகம் தண்ணீரிலிருந்தே வந்திருக்கவேண்டும். எனவே தண்ணீரில் அப்ஜனகம் ஐக்கிய நிலையிலிருக்கிறதென்று தெரிந்துகொள்ளுகிறோம். நீராவியைச் சூடாக்கிய இரும்பின் மேலாவது, மாக்னீஸியத்தின் மேலாவது செலுத்தினாலும் அப்ஜனகம் வெளியேறும். இரும்பும் மாக்னீஸியமும் அததன் பிராணைகளாக மாறும். பிராணை ஆவதற்கு வேண்டிய பிராணவாயு தண்ணீரிலிருந்தே வந்திருக்கவேண்டும். இச்சோதனை தண்ணீரில் அப்ஜனகமும் பிராணவாயுவும் ஐக்கியமாகி இருக்கின்றன என்று காண்பிக்கிறது. தண்ணீரை மின்சாரங்கொண்டு பிரிக்க, இவ்விரண்டு வாயுக்களே உண்டாகின்றன என்பதை முன்பே கண்டோம். 1776-ம் வருஷம் ஜோஸப் ப்ரீஸ்ட்லீ, அப்

ஜனக வாயுவையும் காற்றையும் (பிராணவாயுவையும்) சேர்த்துக் கொளுத்த அவை வெடியுடன் ஐக்கியமாகித் தண்ணீரைக் கொடுக்கின்றன என்பதைக் கண்டார். நாமும் அப்ஜனக-பிராணவாயுக் கலவையை வெடி சீசாவிற் கொளுத்த, ஒரு பலத்த சத்தம் உண்டாகித் தண்ணீர்த் துளிகளும் உண்டாகும் என்பதை முன்னுற் குறித்தோம். இச்சோதனைகள் தண்ணீர் அப்ஜனகமும் பிராணவாயுவும் சேர்ந்த பொருள் என்று நன்கு விளக்குகின்றன.

கனவிச்லேஷணம் அல்லது பருமான விபாகம்

முதன் முதலில் தண்ணீரின் பரும சங்கலனத்தைக் கண்டுபிடித்தவர் காவெண்டிஷ் (Cavendish) என்பவரே. அவர் அப்ஜனகவாயுவையும் பிராணவாயுவையும் அளந்து உபயோகப்படுத்திச் செய்த சோதனைகளின் பயனுக அநேகமாய், இரண்டு பங்கு அப்ஜனகமும் ஒரு பங்கு (கனபரிமாண அளவில்) பிராணவாயுவும்[1] சேர்ந்தே தண்ணீரைக் கொடுக்கின்றன என்ற உண்மையை நிலைநிறுத்தினுர் (1781). ஆனுல் தண்ணீரின் சங்கலனத்தைச் சந்தேகமறத் தெளிவுபடுத்தியவர் லவாசியரே (Lavoisier—1785). அவர் அப்ஜனக வாயுவைப் பிராணவாயுவில் எரித்து, அவ் விகாரத்தில் ஏற்பட்ட ஐக்கியப்பொருளைச் சோதனை செய்து, அது தண்ணீர்தான் என்று நிச்சயித்தபிறகே, அது வரையில் "எரிகாற்று" என்று வழங்கிவந்த வாயுவுக்கு "அப்ஜனகம்" (Hydrogen) என்று பெயரிட்டார்.

1786-ம் வருஷம் மாங்கே (Monge) என்பவர் அளவிட்ட அப்ஜனக வாயுவையும் பிராணவாயுவையும் தொடர்பாய் 370 தடவைகள் வெடிக்கவிட்டு, நான்கு அவுன்ஸ் தண்ணீரைப் பெற்று, '1·95 கனபரிமாண அப்ஜனகம் ஒரு பரிமாணப் பிராணவாயுவுடன் ஐக்கியமாகிறது' என்ற முடிவை வெளியிட்டார்.

---

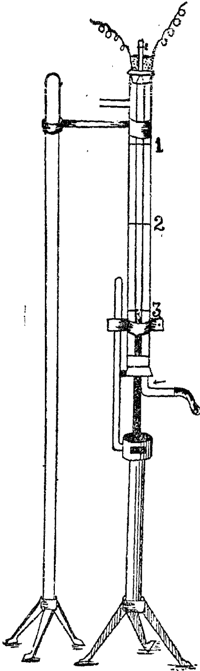
[1] H : O = 201 : 100

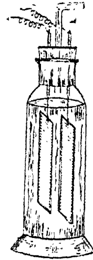
1801-ம் வருஷத்தில் நிக்கல்ஸனும் கார்லைலும் (Nicholson and Carlisle), 1802-ம் வருஷம் க்ருக்ஷாங்க் (Cruickshank) என்பவரும், தண்ணீரை மின்சாரம் கொண்டு பிரிக்க, அப்ஜனகம் ருணதுருவத்திலும் (Negative Pole) பிராணவாயு தனதுருவத்திலும் (Positive Pole) தோன்றுகின்றன என்பதைக் கண்டார்கள். அதை ஒட்டிப் பின்வரும் சோதனையைச் செய்து பார்ப்போம் :—

ஹோப்மான் (Hofmann) என்பவராற் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட 41-வது படத்திற் காட்டிய, கண்ணுடிக் கருவியை எடுத்துப் பிளாடினக் கம்பிகள் இசைத்த கண்ணுடிக் குழாய்களுள்ள இரண்டு தக்கைகளாற் கருவியின் வாய்களை அடை. நடுக்குழாயின் வழியாய்ச் சிறிதளவு அமிலித்த தண்ணீரை ஊற்றி, இரண்டு புஜங்களும் நிரம்பியவுடன் திருகடைப்பான்களை மூடவும். பிளாடினக் கம்பியை மின்சார ஆசயத்தின் (Accumulator) இரண்டு துருவங்களுடன் (Poles) இசைக்கவும். மின்சாரம் தண்ணீரிற் செல்ல, ஒவ்வொரு புஜத்திலும் வாயு கொப்புளித்துக்கொண்டு சேரும்; ஒரு புஜத்தில் 2 பங்கும் மற்றொரு புஜத்தில் ஒரு பங்கும் சேருவதைக் கவனி. அதிக அளவுள்ள வாயுவை எரிகொள்ளியைக்கொண்டு சோதிக்க, அது அப்ஜனகம் என்று தெரியவரும். மற்ற வாயுவை அதேவிதம் பரீக்ஷிக்க அது பிராணவாயு என்று தெரியவரும். ஆகையால், இச்சோதனை, தண்ணீரில் அப்ஜனகமும் பிராணவாயுவும் 2 : 1 என்ற கனபரிமாண அளவிலேயே ஐக்கியமாகியுள்ளன என்பதை அறிவிக்கிறது.

ஸம்யோகம் :—மேற்சொல்லிய அளவில், இரு வாயுக்களையுந் தயார்செய்ய 59-வது படத்திற் காட்டிய வித்யுத் உபகரணத்தை (Electrolytic apparatus) உபயோகிக்கலாம். இதிலுள்ள தண்ணீரில் மின்சாரம் செல்லும்பொழுது ஏற்படும் வாயுக்கலவையை, இரஸத்தால் நிரப்பப்பட்டு இரஸத்தொட்டியிற் கவிழ்த்துவைக்கப்பட்ட வாயுலக்ஷண

மானியினுட் (Eudiometer) செல்லும்படி செய்க. சுமார் 20 க. ச. மீ. அளவு சேர்ந்ததும், மின்சார ஓட்டத்தை நிறுத்திவிடு. மின்சாரமேவுஞ் சுருளின் (Induction coil) உதவியால் வாயுலக்ஷணமானியிலமைக்கப்பட்ட இரு பிளாடினக் கம்பிகளுக்கிடையே பொறிகளுண்டாகும்படி





வித்யுத் உபகரணம்

தண்ணீரின் சங்கலனம். (ஸம்யோகம்)

படம் 59

செய்ய, உள்ளிருக்கும் வாயுக்கள் சத்தத்துடன் ஒன்று சேர்ந்து, குழாய்முழுவதிலும் இரஸம் மேலேறி நிற்கும். குழாயிற் சிறிதளவு வாயுகூட மிஞ்சாது.

59-வது படத்திற் காட்டியபடி உபகரணத்தை ஜோடி. நடுவிலிருக்கும் அடைப்பான் திருகுடன் கூடியது வாயுலக்ஷணமானி. அதைச் சூடு செய்யும்பொருட்டு, அது ஒரு அகன்ற குழாயாற் சூழப்பட்டிருக்கிறது. இரண்டுக்குமுள்ள இடைவெளியில் நீராவியைச் செலுத்தி வாயுலக்ஷணமானியினுள்ளிருக்கும் பொருள்களைத் தண்ணீரின் கொதிநிலையுஷ்ணத்திற்குச் சூடு செய்யலாம். வாயுலக்ஷணமானியில், மேலே குறிப்பிட்ட வித்யுத் கலவைவாயுவை (Electrolytic mixture) குழாயிற் காணும் மூன்றாவது கோட்டளவுவரைப் புகவிட்டுச் சேகரிக்கவும். இரஸமட்டம் குழாய்க்குள்ளும் மட்டமாக்கும் குழாய்க்குள்ளும் (Levelling tube) சமமாய் இருக்கும்படி செய்யவும். இடைவெளியில் நீராவியைச் செலுத்திக்கொண்டே இருக்கவும். கலவை வாயுவும் தண்ணீரின் கொதிநிலையுஷ்ணத்திலேயே இருக்கும்[1]. மட்டமாக்குங் குழாயைக் கீழே தணித்து, கலவையில் மின் பொறிகளைச் செலுத்து. வெடி உண்டாகும். மட்டமாக்குங் குழாயை வேண்டிய அளவில் உயர்த்தி வாயுலக்ஷணமானியிலும் மட்டமாக்குங் குழாயிலும் இரஸம் ஒரே மட்டத்திலிருக்கும்படி செய். உள்ளிருக்கும் வாயுவின் கனபரிமாணத்தை அளக்க, அது இரண்டு பங்கு என்று தெரியும். மூன்று பங்கு கலவையில் இரண்டு பங்கு அப்ஜனகமும் ஒரு பங்கு பிராணவாயுவும் இருக்கின்றன. இவை ஸம்யோகித்து இரண்டு பங்கு நீராவியைத் தந்தன.

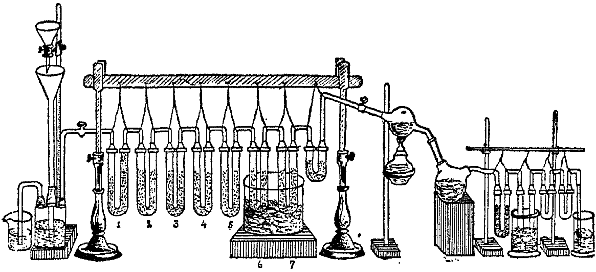
$$\left.\begin{matrix}\text{2 கனபரிமாண}\\ \text{அப்ஜனகம்}\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}\text{1 கனபரிமாண}\\ \text{பிராணவாயு}\end{matrix}\right\} = \begin{matrix}\text{2 கனபரிமாண}\\ \text{நீராவி}\end{matrix}$$

வெகு தீர்மானமாகப் பின்னாற் செய்யப்பட்ட விச்லேஷணங்களின் பயனாக, இவ்விருவாயுக்களும் 2·00288 : 1 என்ற விகிதத்தில் ஸம்யோகிக்கின்றன என்பதை எட்கார் (Edgar) முதலியவர்கள் கண்டார்கள் (1915).

---

[1] இச்சமயத்தில் இரஸமட்டம் 3-வது கோட்டிலிருக்கும்படி வித்யுத் கலவை வாயு (Electrolytic gas) எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டிருக்கவேண்டும்.

எடை சங்கலனம் :—1785-ம் வருஷம் லவாசியர் தண்ணீரின் எடை சங்கலனத்தை முதன் முதலில் நிதானமாக அளவிட்டார். 1842-ம் வருஷம் ட்யூமாஸ் (Dumas) என்பவர் அதிக சிரமமும் கவனமும் எடுத்துக்கொண்டு, அப்ஜனகத்தைச் சுத்தமான நிலையில் தயாரித்து, அதைச் சுத்தி செய்ததும் நிறை தெரிந்ததுமான தாம்ரிக-பிராணையின்மேற் செலுத்தி, விகாரத்திலுண்டான தண்ணீரைச் சேகரித்து, அதன் நிறையையும் அளவிட்டு, அங்குணடாகிய தாமிரத்தையும் நிறுத்துத் தண்ணீரின் எடை சங்கலனத்தைக் கணக்கிட்டார்.



தண்ணீரின்-எடை சங்கலனத்தை அளவிட, ட்யூமாஸ் உபயோகித்த உபகரணம்.

படம் 60

60-வது படத்திற் காட்டியபடி உபகரணத்தை அவர் ஜோடித்தார். நாகத்தையும் கந்தகிகாமிலத்தையும் சேர்த்ததால் உண்டான அப்ஜனகவாயுவைப் பின்குறிப்பிட்டுள்ள பிரதிகாரகங்களால் (Reagents) சுத்தி செய்தார். அந்த அப்ஜனக வாயுவைச் சுத்தி செய்யும்பொருட்டு, அப்ஜனக-கந்தகையைப் பிரிக்க ஸீஸபாக்கியமிகஜத்தை (Lead nitrate) 1-வது **U** வடிவமுள்ள குழாயிலும், பாஷாண அப்ஜனகை (Arsine) முதலியவைகளைப் பிரிக்க இரஜத கந்தகிகஜத்தை (Silver sulphate) 2-வது குழாயிலும்,

கரியமிலவாயு முதலிய அமில ஆவிகளைப் பிரிக்கக் கார-பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணையை 3, 4, 5-வது குழாய்களிலும், நீராவியைப் பிரிக்கப் பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணையைப் பனிக்கட்டியாற் குளிர்விக்கப்பட்ட 6, 7-வது குழாய்களிலும் எடுத்துக்கொண்டார். முதல் மூன்று பிரதிகாரகங்களின் சுண்டின விலயனங்களிற் சிறு கண்ணாடி-மணிகளைப் பிசிறி, அவைகளை U வடிவமுள்ள குழாய்களிற் போட்டார். அப்ஜனகவாயு இவற்றைத்தொட்டுப் பரவிச் சென்றபோது நன்றாகச் சுத்தி செய்யப்பட்டது. தகனக் கண்ணாடியாற் செய்யப்பட்ட குண்டுப் பாத்திரத்தில், சுத்திசெய்யப்பட்ட தாம்ரிக-பிராணையை (Cupric Oxide) எடுத்துப் பாத்திரத்திலுள்ள காற்றை வாயு வாங்கி யந்திரங்கொண்டு ஒழித்து, அதை நிறுத்துப் பின்பு உபயோகித்தார். ஜோடனை யந்திரத்திலுள்ள காற்றையெல்லாம், சுத்திசெய்த அப்ஜனக வாயுவாற் போக்கிவிட்டு, பின்னும் அப்ஜனக வாயு சென்றுகொண்டிருந்த சமயத்திலேயே, தாம்ரிக பிராணையைச் சூடு செய்தார். உண்டான தண்ணீரைச் சேகரித்து அளவிடும் பொருட்டுக் குண்டுப்பாத்திரத்தின் கீழ்நோக்கிய நுனியை ஒரு கிரஹணீ-பாத்திரத்தில் தக்கைமூலம் பொருத்தி வைத்தார். மேலும் இப்பாத்திரத்தைப் படத்திற் காட்டியபடி கால்ஸிய ஹரிதகை (Calcium chloride) U குழாயுடனும், அதைப் பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணையுள்ள நான்கு குழாய்களுடனும் இணைத்திருந்தார். கடைசிக்குழாய் ஒரு சிறு குழாயின்மூலம் சுண்டின கந்தகத்திராவகத்திற் சேர்க்கப்பட்டிருந்தது. மீதியுள்ள அப்ஜனக வாயு இதன் வழியாகவே வெளியேறியது. சோஷிக்குங் குழாய்களெல்லாம் (Absorption tubes) சோதனைக்கு முன்னும் பின்னும் நிறுக்கப்பட்டன. கடைசிக்குழாயில் நிறைபேதம் ஏற்படவில்லை. எனவே உண்டாகிய தண்ணீர் முழுவதும் இதற்கு முன் உள்ள குழாய்களில் உறிஞ்சப்பட்டது என்பதிற் சந்தேகமில்லை. க்ஷயீகரிக்கப்பட்ட தாமிரத்தை (Reduced

Copper) அப்ஜனகங்கொண்டு குளிரச்செய்து, கடைசியில் அப்ஜனக வாயுவையுங் காற்றால் விலக்கி, அதன் பின்பே ஜோடனையிலுள்ள வெவ்வேறு பாகங்களை நிறுத்தார். குண்டுப் பாத்திரத்தை மறுபடியும் வாயுவாங்கியில் இணைத்து, உள்ளிருந்த காற்றை ஒழித்து, மறுபடியும் நிறுத்தார். பின் கண்டபடி தண்ணீரின் எடை சங்கலனத்தைக் கணக்கிட்டார்.

குண்டுப்பாத்திரம் + தாம்ரிக-பிராணை
சோதனைக்கு முன்னுள்ள நிறை $=86{\cdot}90$ கி.
சோதனைக்குப்பின் பாத்திரம் + தாமிரத்
தின் நிறை $=42{\cdot}68$ கி.
உபயோகிக்கப்பட்ட பிராணவாயுவின் நிறை $=44{\cdot}22$ கி.
சோஷிக்குங் குழாய்களின் நிறை
சோதனைக்கு முன் $=$ $120{\cdot}32$ கி.
,, ,, பின் $=$ $170{\cdot}08$ கி.
உண்டாகிய தண்ணீரின் நிறை $=$ $49{\cdot}76$ கி.
இதிலுள்ள பிராணவாயுவின் நிறை $=$ $44{\cdot}22$ கி.
∴ அப்ஜனக வாயுவின் நிறை $=$ $5{\cdot}54$ கி.

நூற்றுப்பகுதி சங்கலனத்திற் சொல்லுமிடத்துப் பிராணவாயு $=88{\cdot}864$ அப்ஜனகம் $=11{\cdot}136$. ஆகையால் ஒரு நிறை அப்ஜனகம் $7{\cdot}98$ நிறை பிராணவாயுவுடன் ஐக்கியமாகி $8{\cdot}98$ நிறை தண்ணீரைக் கொடுக்கிறது. அல்லது 16 நிறை பிராணவாயு $2{\cdot}004$ நிறை அப்ஜனகத்துடன் தண்ணீருண்டாகும்பொழுது ஐக்கியமாகிறது. இச் சோதனையின் பயனாலுண்டான முடிவான சங்கலனத்தை ஐயமின்றி எல்லோரும் ஒப்புக்கொண்டார்கள். இவ்வபூர்வப் பரிசோதனையிலுங்கூட இரண்டு இடங்களிற் பிழை ஏற்பட்டுவிட்டது :—

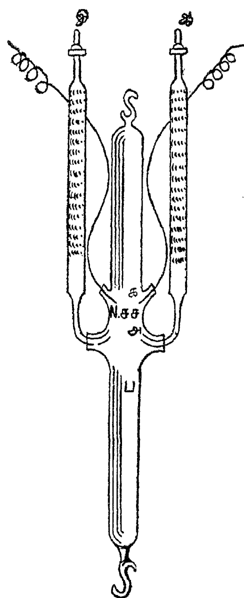
(1) கந்தகிகாமிலம் நாகத்துடன்விகாரிக்கும்பொழுது உண்டாகும் அப்ஜனகத்துடன் விலயனத்திற் கரைந்துள்ள காற்றும் வெளிக்கிளம்பும் என்பது ஒரு பிழை.

(2) க்ஷயீகரிக்கப்பட்ட தாமிரம், அப்ஜனக வாயுவிற் குளிரும்பொழுது, அப்ஜனகத்தை உட்கொள்ளும் (Occlusion) என்பது மற்றொரு பிழை.

இவ்விரண்டினாலும் நிகழக்கூடிய பிழை குண்டுப் பாத்திரத்தின் நிறையைக் கூட்டிக் காண்பிக்க ஏதுவாயிருக்கிறது. அதாவது, பிராணவாயுவின் நிறையைச் சற்றுச் சிறிதளவிற் குறைக்கிறது. மேலும், பெரிய உபகரணங்களிலிருக்குங் காற்றை ஈரமறச் செய்வது சிரமமான காரியமே. தாம்ரிக-பிராணையும் காற்றிலிருந்து உறிஞ்சப்பட்ட வெடியுப்பு வாயு சம்பந்தப்பட்டதாயிருக்கிறது. அப்ஜனகம் உண்டாவதாற் கந்தகத்திராவகமும் ஒரு விதத்திற் க்ஷயீகரிக்கப்பட்டுக் கந்தக-துவி-பிராணையைக் கொடுக்கிறது. அப்ஜனகத்தை முற்றிலும் ஈரமறச்செய்வதும் ஒரு பெரிய காரியமே. பிழைகளேற்படாமல் தாம் செய்த பல நுட்பமான முறைகளால் டிட்மாரும், ஹெண்டர்ஸனும் (Dittmar and Henderson) 1 நிறை அப்ஜனகம் 7·93 நிறை பிராணவாயுவுடன் ஐக்கியமாகிறது என்பதை நிச்சயித்துக்கூறினார்கள்.

எடைசங்கலனத்தை நிச்சயிக்கும்பொருட்டு, 1895-ம் வருஷம் மார்லீ என்பவர் (E.W. Morley) ஓர் அபூர்வ முறையிற் சோதனைசெய்தார். பல்லேடிய அப்ஜனகையை (Palladium Hydride) சூடு செய்ததாலுண்டான சுத்தமான அப்ஜனகத்தையும், சுத்திசெய்த பொட்டாஸிய ஹரிதகிகஜத்தைச் சூடுசெய்ததாலுண்டான பிராணவாயுவையும் உபயோகித்தார். இம்முறையில் தயாரித்த வாயுக்களை இரண்டு பெரிய கண்ணாடி உருண்டைப் பாத்திரங்களிற் சேகரித்து அவைகளைப் படத்திற்காட்டிய உபகாரணத்துடன் பொருத்தினார். பிராணவாயு 'ஆ' என்னும் அடைப்பானின் வழியாய் நுழைந்து, பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணையில் உட்புகுந்து சென்று 'அ' என்னுமிடத்திலமைக்கப்பட்ட நுனிக் குழாய் வழியாய், 'க' என்னு

மிடத்தில் வெளியேறியது. அப்ஜனகவாயு 'இ' வழியாய் நுழைந்து, பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணையில் உட்புகுந்து சென்று நுனிக்குழாய் வழியாய்க் 'க' என்னுமிடத்தில் வெளியேறியது. 'ச'-'சு' என்பவைகள் மின்பொறிச் சுருளு



தண்ணீரின் சங்கலனத்தை அளவிட மார்லீ உபயோகித்த உபகரணம்.

படம் 61

டன் (Induction Coil) சேர்க்கப்பட்ட இரண்டு பிளாடினக் கம்பிகள். 'ஆ,' 'இ' என்ற இடங்களிலமைக்கப்பட்ட திருகடைப்பான்களைக்கொண்டு வேண்டிய அளவில் வாயுக்கள் செலுத்தப்பட்டன. சோதனைசெய்வதற்கு முன்பு, படத்திற்காட்டிய உபகரணத்திலுள்ள காற்றை

ஒழித்த பிறகு, அதன் நிறையும், பிராணவாயு உள்ள கோளத்தின் நிறையும், அப்ஜனக வாயு உள்ள கோளத்தின் நிறையும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. பிறகு, தொடர்ந்து எரிந்து, தண்ணீருண்டாகும்படி, இரு வாயுக்களையும் வேண்டிய அளவில் விடுவித்து, மின்சாரப்பொறிகளினுதவியால் எரியும்படிசெய்தார். உண்டாகிய தண்ணீர் 'ப' என்னும் உபகரணத்தினடிப்பாகத்தில் இறங்கித் தங்கியது. கனீகரணம் சீக்கிரம் ஆகும்பொருட்டு, உபகரணத்தைக் குளிர்ந்த ஜலத்தில் அமுக்கி வைத்திருந்தார். போதுமான அளவில் தண்ணீர் உண்டாகிச் சேகரிக்கப்பட்டவுடன், உபகரணத்தைக் கனீகரண-மிச்ரத்தில் (Freezing mixture) அமைத்தார். மீதியுள்ள வாயு மிச்ரத்தை வெளியேற்றி அதிலுள்ள வாயுக்களைப் பிரித்து, அவைகளின் நிறையைக் கணக்கிட்டார். கண்டுபிடிக்கப்பட்ட நிறைகளை, முறையே, சோதனைக்குப்பின் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட அப்ஜனகம், பிராணவாயு இவற்றின் கோளங்களின் நிறைகளோடு கூட்டினார். உபகரணத்திலுள்ள பாஸ்வர-பஞ்சபிராணை நீராவியை வெளியேறாமல் தடுத்துநின்றது. சோதனை முடிந்தபிறகு உபகரணம் நிறுக்கப்பட்டது. இதனால், அவ்வாறு உண்டான தண்ணீரின் நிறை தெரியவந்தது.

எரிக்கப்பட்ட அப்ஜனகத்தின் நிறை = 3·8211 கி.
உபயோகிக்கப்பட்ட பிராணவாயுவின் நிறை = 30·3429 கி.

இரண்டின் நிறையும் = 34·1640 கி.

இந்நிறைதான் உண்டான தண்ணீரின் நிறையாக இருக்கவேண்டும். உபகரணத்தின் சோதனைக்குமுன் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட நிறைக்கும் பின் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட நிறைக்குமுள்ள வித்தியாசம் = உண்டான தண்ணீரின் நிறை = 34·1559 கி. சோதனைக்குரிய பிழையால் ஏற்பட்ட நிறையின் குறைவு = 0·0081 கி.

ஆகையால் $O_2 : H_2 :: 7{\cdot}941 : 1$

12 சோதனைகளைச் செய்து (இங்ஙனஞ் செய்ததில் 400 கிராம் தண்ணீர் ஸம்யோகிக்கப்பட்டது) கணக்கிடப்பட்ட தொகைகளைச் சராசரியாய்க் கணக்கிட்டுப்பார்த்து, 7·9396 நிறை பிராணவாயு 1 நிறை அப்ஜனகத்துடன் ஐக்கியமாகிறது என்ற தீர்மானத்தை மார்லீ வெளியிட்டார். ஆகையால், 16 நிறை பிராணவாயு 2·016 நிறை அப்ஜனகத்துடன் சேர்ந்து 18·016 நிறை தண்ணீரைக் கொடுக்கிறது என்று நிர்ணயித்தார். (மிகவுஞ் சிறிதளவுள்ள சோதனைக்குரிய பிழை நீங்கிய விகிதத்தையே மேலே குறிப்பிட்டிருக்கிறோம்.)

சமீபகாலத்தில் தண்ணீரிலுள்ள அப்ஜனக-பிராணவாயு விகிதத்தை அளவிட்டவர்கள் பர்ட் (Burt) எட்கார் (Edgar) என்பவர்களே. அவ்விருவரும் அதிகச் சிரமமெடுத்துக்கொண்டு சுத்தமான அப்ஜனகத்தையும் பிராணவாயுவையுந் தயாரித்தனர்; சோதனைகளை 0°ச உஷ்ண நிலையிலும் ஒரு வாயுமண்டல அமுக்க நிலையிலுஞ் செய்து வேண்டிய அளவுகளைக் குறித்தனர். இதனால் உஷ்ண-அமுக்க-திருத்தங்களைச் (Temperature and Pressure Corrections) செய்யவேண்டி நேரிடவில்லை. 59 சோதனைகளின் பயனாகத் தெரியவந்தது யாதெனில் 200·288 பருமனளவுள்ள அப்ஜனகம் 100 பருமனளவுள்ள பிராணவாயுவுடன் ஐக்கியமாகிறதென்பதே. மார்லீ கண்டுபிடித்த அப்ஜனக, பிராண வாயுக்களின் தராதர எடைகளினின்று தண்ணீரில் அவற்றின் எடை விகிதத்தை மேற்குறிப்பிட்ட அளவுகளிலிருந்து கணக்கிடலாம்.

தி.உ.அ. நிலையில் ஒரு லீட்டர் அப்ஜனகத்தின்
நிறை = 0·089873 கி.

" " " பிராணவாயுவின்
நிறை = 1·42900 கி.

இந்நிறைகளை பர்ட்-எட்கார் சோதனை அளவுகளினுபயோ

1·42900

7·9387 நிறை பிராணவாயுவுடன் ஐக்கியமாகிறதென் பது விளங்குகிறது. 8 நிறை பிராணவாயுவுடன் $\frac{8 \cdot 0000}{7 \cdot 9387}$ = 1·0077 நிறை அப்ஜனகம் ஐக்கியமாகும். (1·0077 என் பதை அப்ஜனக பரமாணுவின் நிறையாக இந்நாளில்வைத் துக்கொள்ளுகிறோம்.)

அப்ஜனகவாயு உள்ள கலவையின் கன பரிமாணத்தை அளந்தபிறகு, அதை அளவிடப்பட்ட காற்றுடனோ, பிராணவாயுவுடனோ (பிராணவாயு தேவையான அளவுக்கு மேற்பட்டதாக இருக்கவேண்டியது அவசியம்) சேர்த்தா வது, அளவிடப்பட்ட பிராணவாயுவை அளவிடப்பட்ட அதிக அப்ஜனக வாயுவுடன் சேர்த்தாவது, வாயுலக்ஷண மானியில் எடுத்து, மின் பொறிகொண்டு வெடிக்கச் செய்ய, அதனால் ஏற்பட்ட கனபரிமாணக் குன்றுதல், நீருண்டான அளவைக் காட்டுவதால், அதிலிருந்து அப் ஜனகத்தின் அல்லது பிராணவாயுவின் பரிமாணத்தைக் கணக்கிடலாம்.

20 க.ச.மீ. அளவு காற்றை 20 க.ச.மீ. அளவு அப் ஜனகத்துடன் கலந்து மின் பொறிகொண்டு வெடிக்கச் செய்தபிறகு, மீதியுள்ள வாயுவின் கனபரிமாணம், 28 க.ச.மீ. ஆக இருந்தால், காற்றினுள்ள பிராணவாயுவின் அளவைக் கணக்கிடு.

குன்றிய அளவு = 12 க.ச.மீ.

ஆகையால், கலவையில் 12 க.ச.மீ. அளவுள்ள வாயுவே விகாரித்துத் தண்ணீராக மாறியிருக்கிறது.

12 க.ச.மீ. கலவையிற் பிராணவாயு = $12 \times \frac{1}{3}$

= 4 க.ச.மீ.

ஆகையால், 20 க.ச.மீ. காற்றில் 4 க.ச.மீ. பிராணவாயு இருக்கிறது.

அத்தியாயம் 10



ஓஸோனும் அப்ஜனக-பர-பிராணையும்
(Ozone and Hydrogen Peroxide)

ஓஸோன் அல்லது மணமியம்

சரித்திரம்:—அநேக வஸ்துக்கள் தற்செயலாய்க் கண்டுபிடிக்கப்படுகின்றன. அவைகளிலொன்று ஓஸோன். பிராணவாயுவைக் கண்டுபிடித்த பெருமை சீனர்களுக்கு உரியது என்று சொல்வோமாகின், ஓஸோனைக் கண்டு பிடித்த பெருமை ஹோமருடையது என்றே சொல்ல வேண்டும். ஏனெனில் மின்னலுக்குப் பக்கத்தில் ஒரு வித மணம் உண்டாகிறது என்று இலியட் என்னும் நூலில் இவர் கூறியுள்ளார். 1785-ம் வருஷம் வான் மாரம் (Van Marum) என்பவர், ஓடிக்கொண்டிருக்கும் மின்சார யந்திரங்களின் சமீபத்தில் ஒருவித வாசனை உண்டாகிறது என்பதைக் கவனித்ததாகச் சொன்னதால் அவர்தான் அதைக் கண்டுபிடித்தவர் என்று சொல்லுவது வழக்கம். ஆனால் அவ்வாசனையின் காரணத்தைக் கண்டுபிடிக்க அவர் முயலவில்லை. 1801-ம் ஆண்டில் க்ரூக்ஷாங்க் (Cruickshank) என்பவர் மின்சார முறையில் தயாரித்த பிராண வாயுவில் அம் மணத்தைக் கண்டார். 1840-ம் வருஷம் ஷான்பீன் (C. F. Schonbein) என்பவர்தான் ஒரு விசேஷமான பொருள் அங்கு உண்டாவதாலேயே அம் மணம் உண்டாகிறது என்பதை முதன்முதலில் அறிந்து வெளியிட்டார். ஆனதுபற்றியே இதற்கு 'ஓஸோன்' என்று பெயரிட்டார். (Ozo=நான் வாசனையை உணருகிறேன்.) இப்புதிய பொருளை உண்டாக்குவதற்குப் பல மார்க்கங்களையுங் குறிப்பிட்டார். அதற்கு 'மணமியம்' என்ற பெயரைக் கொடுக்கலாம்.

சம்பவம் :— ஓஸோன், ஆகாயத்திற் சிறிதளவு இருப்பதாயும், தண்ணீர் ஆவியாய் மாறும்பொழுது அது சிறிதளவு உண்டாவதால் அது கடற்கரைகளில் உள்ளதாகவும் சொல்லுகிறார்கள். கடற்கரையில் தோன்றும் மணம் கடற்பூண்டு, மீன் முதலியவை அழுகுவதாலும் ஏற்படலாம். ஆகாய மண்டலத்தின் அடிப்பாகத்தில் அது 10,000,000-க்கு ஒரு பங்கு வீதமிருக்கிறதாம். ஆகாய மண்டலத்தில் மேலே போகப்போக, அதனளவு அதிகமாய்க்கொண்டே போகிறது. உயர்ந்த மலைப்பிரதேசங்களில் கீழிருப்பதைவிட 4 பங்கு அதிகமாக இருக்கிறது. இன்னும் குளிர்ச்சியும் குறைந்த அமுக்க நிலையும் பொருந்திய உயரமான இடங்களில் மின்னல்கள் அதிகமாக ஏற்படுவதாலும், அங்கு ஓஸோன் உண்டாகுவதற்குச் சாதகமாயுள்ள சூரிய வெளிச்சத்தின் பாகமாகிய அதி பாடல-வெளிச்சம் (Ultra-Violet-light) அதன் முழு உக்கிர நிலையிலிருப்பதாலும், ஓஸோன் அதிக அளவிலிருக்கவேண்டுமென்று அநுமானிக்கவேண்டியிருக்கிறது. கீழே உள்ள சிறிதளவு ஓஸோன் மேலிருந்து கீழே அளாவியிருக்கவேண்டும் என்பது சிலர் கருத்து. கதிரவனிடமிருந்து வரும் அதி-பாடல-பிரசாரம் முழு வலிமையுடன் பூமியைத் தாக்கித் தீங்கு விளைவிக்காவண்ணம் ஓஸோன் தடுக்கிறது. நகரங்களிலும், வாசஸ்தலங்களுக்குச் சமீபத்திலும், சதுப்பு நிலங்களினருகிலும், ஏன், சேதன சம்பந்தமான பொருள்கள் அழுகி விகாரப்படுமிடங்களிலெல்லாம் ஓஸோன் நிலையற்ற தன்மையை அடைவதால் விகாரித்து மாறிவிடுகிறது.

சம்பவிக்கும் சமயங்கள்

(1) மின்சார யந்திரங்கள் ஓடும்பொழுதும் (2) தண்ணீர் மின்சாரிக்கப்படுஞ் சமயத்திலும் (3) மெதுவாகப் பிராணவாயுவுடன் பாஸ்வரம் சேருந்தருணத்தில் தண்ணீர் மேலே படும்பொழுதும் [2 துண்டு பாஸ்வ

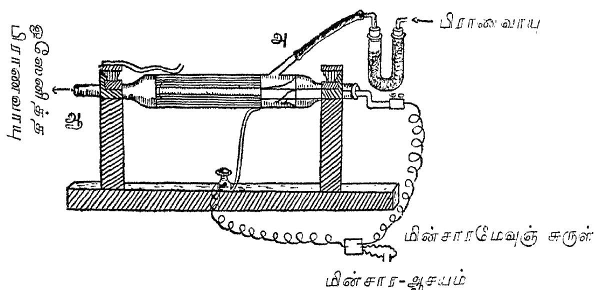
ரத்தை ஒரு பெரிய கண்ணாடிக் கூஜாவிலெடுத்து, அவை அநேகமாய் அமுங்கி இருக்குமளவில் தண்ணீரை வார்த்து, பாஸ்வரம் காற்றுடன் படும்படி, கூஜாவை அடிக்கடி ஆட்டிப்பார். கூஜாவிலுள்ள காற்றில் ஓஸோனின் வாசனையை உணரலாம்.] (4) அதி-பாடல-கிரணங்களோ அல்லது ரேடியத்திலிருந்து கிளம்பும் கிரணங்களோ பிராணவாயுவைத் தாக்கும் பொழுதும் (5) தண்ணீர் சேர்த்த கந்தகத் திராவகத்தை (திண்மானம்=1·075—1·10) குண்டுசித்தலைப் பருமனுள்ள பிளாடினக்கம்பியை மேல்துருவமாக அமைத்து மின்சாரிக்குங் காலத்திலும் [இம்முறையில் அநேகமாய் சுத்தமான 95% ஓஸோனை உண்டாக்கலாம்.] (6) சுண்டின கந்தகத்திராவகம் மாங்கனஜ-துவி-பிராணையுடனாவது, பொட்டாஸிய-பர-மாங்கனிகஜத்துடனாவது, பேரிய-பர-பிராணையுடனாவது, கலக்கும்பொழுதும் (7) தண்ணீர் காசாதத்தால் (fluorine) பிரியும் நிலையிலும் (8) மெதுவாகப் பல பொருள்கள் பிராணவாயுவுடன் ஐக்கியமாகுஞ் சமயத்திலும் (9) ஈதர் எரியும்பொழுதும் (10) புன்ஸன் சுடரின் மேற்பாகத்தில் ஒரு பலத்த காற்றைக் குழாய்கொண்டு வீசுஞ் சமயத்திலும் ஓஸோன் உண்டாகும். ஓஸோன் அதிக உஷ்ண நிலையிலும் சாதாரண உஷ்ண நிலையிலும் நிலையுள்ளதாயிருக்கும். இடையே உள்ள உஷ்ண நிலைகளில் அது நிலையற்றதாக உள்ளது. அதிக உஷ்ண நிலையில் அதை உண்டுபண்ணித் திடீரென்று குளிரும்படி செய்ய அது நிலையுள்ளதாகவிருக்கும்.

தயாரிக்கும் முறை

பிராணவாயுவை "தொனியாத மின்சாரப் பிரயோகத்தால்" (Silent discharge of Electricity) தாக்க ஓஸோன் உண்டாகும். ஈரமாயுள்ள பிராணவாயுவிலிருந்து தான் ஓஸோனை ஆக்கலாம், எனவே அது ஓர் அப்ஜனக-பிராணையாகத்தானிருக்கவேண்டும் என்று வெகுநாளாக

நினைத்துவந்தனர். ஆனால் 1907-ம் ஆண்டில் சுத்தமான ஈரமற்ற பிராணவாயுவை ஓஸோனாக மாற்றலாம் என்பதையும் அது பிராணவாயுவின் ஒரு தோற்ற பேதப் பொருள் (allotrope) என்பதையும் ஷென்ஸ்டன் (Shenstone) காட்டினார். இதைச்செய்யப் பலவிதக் கருவிகள் வழங்கிவருகின்றன.

ஸீமன்ஸின் ஓஸோன் குழாய் (Siemens' Ozonizer):—இக்கருவியில் இரண்டு ஏக மத்திய (Concentric) குழாய்கள், இரண்டிற்கும் மத்தியில் ஆழிரூப (Annular) இடைவெளியிருக்கும்படி, பொருத்தப்பட்டிருக்கின்றன.

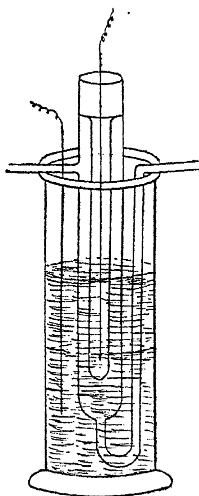


ஸீமன்ஸ்-ஓஸோன்-குழாய்

படம் 62

வெளிக்குழாயின் வெளிப்பக்கத்திலும் உட்குழாயின் உட்பக்கத்திலும் வங்கத்தால் (Tin) செய்த மெல்லிய தகடுகள் ஒட்டவைக்கப்பட்டிருப்பதோடு, அவற்றுள் ஒவ்வொரு தகடும் பித்தளைத் திருகுடன் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. இவ்விரண்டு திருகுகளையும் மின்சாரம் மேவுஞ் சுருளுடன் சேர்த்து, இக்கருவியை மின்சார ஆசயத்துடன் இணைத்து 'அ' என்ற நுனிக்குழாய் வழியாய்ப் பிராணவாயுவைப் புகுத்தி மின்சாரத்தைச் செலுத்து. இங்கு மின்சாரம் தொனித்துக்கொண்டு செல்லாமல், மழுகிய ஒளியுடன்

பாயும். இதற்குத்தான் தொனியாத மின்சாரப்பிரயோகம் (Silent discharge of Electricity) என்று பெயர். இங்கு பொறிகள் அதிகமாக ஏற்படக்கூடா. ஏனெனில், அவை ஓஸோனை ஒழிக்கவல்லவை. 'ஆ' என்ற நுனி வழியாய் வரும் வாயுவில் 5-6% அளவில், ஓஸோன், வசதியான நிலைமைகளில் உண்டாகும்.



ப்ராடீ-ஓஸோன் குழாய்.

படம் 63

ஸீமன்ஸ் குழாயில் வங்கத்தகடுகளுக்குப் பதிலாகத் தண்ணீர் சேர்த்த கந்தகத் திராவகத்தை உபயோகப்படுத்திப் படத்திற் காட்டியபடி அமைந்துள்ள ஓஸோனுண்டாக்குங் கருவிக்கு ப்ராடீ-ஓஸோன் குழாய் (Brodie's Ozonizer 1872) என்று பெயர். இதைப் பெர்திலோ-ஓஸோன் கருவி (Berthelot's Ozonizer) என்றுஞ் சொல்லுவதுண்டு. சுத்தப்படுத்திய பிராணவாயுவை மெதுவாக

மின்சாரமண்டலத்திற் செலுத்தி, மின்பொறிகளுண்டாகா வண்ணங் காத்து, ஓஸோன் குழாயை நன்ருய்க் குளிர்வித்துக் காரியத்தை நடத்த ஓஸோன் அதிக அளவில் (25%) உண்டாகும்.

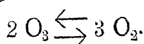
அமோனிய-பர-கந்தகிகஜத்தை (Ammonium persulphate) பாக்கியகாமிலத்துடன் விகாரிக்கச் செய்து ஓஸோனை ரஸாயன முறையில் தயாரிக்கலாம்.

தொழில் முறை :—ஓஸோன் அநேக காரியங்களுக்கு அதிக அளவில் தேவையாக இருப்பதால் கீழ்க்கண்ட முறைகளில் அதைத் தயாரிக்கின்றனர். லண்டன் நகரிலுள்ள குழாய்-இருப்புப் பாதையில் (Tube-Railway) உபயோகிக்கும் கருவிக்கு 'ஓஸோனேர்' (Ozonair) கருவி என்று பெயர். இருபக்கங்களிலும் உலோகத்தால் பூசப்பட்ட அப்ரகத்தகடுகள்கொண்ட பெட்டியே இக்கருவி. பெட்டியின் வழியே காற்றை அனுப்பி, தொடர்பாகத் தகடுகளின் இடையே மின்சாரத்தைப் பிரயோகிக்கின்றனர். மற்ருெரு முறை ஸீமென்ஸ்-ஹால்ஸ்கி (Siemens and Halske) என்பவர்களாற் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஓர் இருப்புப் பெட்டியிலுள்ள தண்ணீரில் அநேக பீங்கான் குழாய்கள் அமுங்கி நிற்கும். ஒவ்வோர் பீங்கான் குழாய்க்குள்ளும் ஓர் அலுமீனியக் குழாய் இருக்கும். இருப்புப் பெட்டியை பூமியுடனிணைத்துக் குழாய்களை உயர்வான மின்நிலையிலிருக்கும்வண்ணஞ் செய்து அலுமீனியக் குழாய்க்கும் பீங்கான் குழாய்க்குமுள்ள இடை வெளியில் காற்றைச் செலுத்த, ஓஸோனித்த காற்று வெளிவரும்.

குணங்கள் :—ஓஸோனித்த காற்றும் ஓஸோனித்த பிராணவாயுவும் காரமான வெறுப்புள்ள மணம் பொருந்தியன. அதன் மணம் கந்தக-துவி-பிராணை, வெள்ளைப் பூண்டு, ஹரிதகம், அழுகுகிற மீன் இவைகளின் மணத்தைப்போல் உள்ளது. சாதாரண உஷ்ண நிலையில் ஓஸோன் வாயு நிலையிலுள்ளது. ஓஸோனுடைய நிறத்தை

வெளுத்த நீலமென்றே சொல்லவேண்டும். சுத்தமான ஓஸோனைத் தயாரிப்பது மிகமிகக் கடினம். U வடிவங் கொண்ட குழாயைப் பிராணவாயுத் திரவத்தில் (Liquid Oxygen) அமுக்கி, இக்குளிர் நிலையில் குழாய் வழியாக, ஓஸோனித்த-பிராணவாயுவைச் செலுத்தச் சிறிதளவு பிராணவாயுத்திரவத்துடன் ஓஸோன் கனீகரணித்துத் திரவமாகிறது. இத்திரவத்திலிருந்து பிராணவாயு சீக்கிரம் வெளியே செல்லச் சுத்த-ஓஸோன்-திரவத்தை அடையலாம். திட்டவாயுமண்டல அமுக்க நிலையில், இதன் கொதிநிலை—112°ச. ஓஸோன் திரவம் அவுரிச்சாய நீலவர்ணம் பொருந்தியது. அதை இன்னுங் குளிர்விக்க —250°ச-ல் உறையக்கூடிய கருங்கத்தரிப்பூ நிறமுடைய கட்டியாக மாறும். அது வெகு எளிதில் வெடிக்கத் தக்கது. ஓஸோன் நூறில் ஒரு அளவில் தண்ணீரிற் கரையும். பிராணவாயுவைவிட ஓஸோன் தண்ணீரில் அதிகமாகக் கரையும். ஓஸோன் கரைந்த தண்ணீரும், ஓஸோனுக்குரிய மணம் குணம் பொருந்தியதே. ஓஸோன் வெகு சுலபமாகக் கர்ப்பூரத்தைலம் (Turpentine), ஓமத்தைலம் (Thyme oil), கருவாப்பட்டைத்தைலம் (Cinnamon oil) முதலிய சத்துள்ள தைலங்களிலும் (Essential oils) இன்னும் பல சேதனத் திரவங்களிலும் கரையும்.

சுத்த ஓஸோன் வாயு நிலையற்றது. சுத்த ஓஸோன் வாயுவைக்காணுவது அநேகமாய் முடியாது என்றே சொல்லவேண்டும். பிராணவாயுவுடன் சேர்ந்திருக்கும் பொழுது சாதாரண உஷ்ண நிலையில் அது நிலையுள்ளதாக இருக்கிறது. ஆனால், கலவையைச் சூடுசெய்தால் ஓஸோன் முற்றிலும் விகாரித்துப் பிராணவாயுவாக மாறுகிறது. ஓஸோனித்த பிராணவாயுவைப் புன்ஸனடுப்பிற் காயுங் குழாய் வழியாய் அனுப்ப, வெளிவரும் வாயுவில் ஓஸோனே இருக்காது என்று காண்பிக்கலாம். இவ் விகாரமும் ஒரு விபரீத விகாரமென்று தெரியவருகிறது.



$$2\,O_3 \rightleftarrows 3\,O_2.$$

தொனியாத மின்சாரப்பிரயோகம் ஓஸோன் உண்டாவதற்குச் சாதகமாயிருக்கிறதென்று பார்த்தோம். அப்பிரயோகம் விபரீத விகாரத்தை உண்டுபண்ணுந் தன்மையுமுடையது. அதாவது ஓஸோனை அது பிரித்துப் பிராணவாயுவாக மாற்றும். சாதாரண உஷ்ணநிலையிலுங்கூட நன்றாய்ப் பொடி செய்யப்பட்ட பிளாடினம் முதலிய உலோகங்களையாவது மாங்கனஜ-துவி-பிராணையையாவது இரஜத-பிராணையையாவது, தாம்ரிக-பிராணையையாவது, ஓஸோன் தொட்டு நிற்குமேயாயின், ஓஸோன் எளிதிற் பிராணவாயுவாக விகாரிக்கும். ஆனால், மேற்சொல்லிய, தொட்டு நின்ற மற்றப் பொருள்கள் ஒன்றும் வேறுபடுகிறதில்லை. ஆகையால், அவைகள் ஸ்பர்ச கர்த்தாக்களாகவே வேலைசெய்கின்றன என்று தெரியவருகிறது. ஆனால் வெள்ளிமாத்திரம் அதன் பிராணையாக மாறுவது குறிப்பிடத்தக்கது. ஓஸோன் பிராணவாயுவாக மாறுஞ் சமயத்தில் அதிக உஷ்ணத்தை வெளியிடுகிறது.

$$2O_3 = 3O_2 + 68,200 \text{ தாபாங்கம் (Calories).}$$

விகாரமேற்படும்பொழுது உஷ்ணம் வெளிவரும். இவ்விதப் பிரதிக்கிரியைக்கு "உஷ்ணம்-வெளிவிடும்-விகாரம்" (Exothermic Reaction) என்று பெயர். ஆனால், பிராணவாயு ஓஸோனாக மாறும்பொழுது உஷ்ணம் உட்கொள்ளப்படுகிறது.

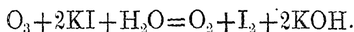
$$3O_2 \rightarrow 2O_3 - 68200 \text{ தா.}$$

இவ்வித விகாரத்திற்கு உஷ்ணம்-உட்கொள்ளும்-விகாரம் (Endothermic Reaction) என்று பெயர்.

ஓஸோன் ஒரு வீரியமுள்ள வர்த்தனி (Oxidizing agent)

ஓஸோனுடைய முக்கிய குணமென்னவென்றால், அது ஒரு வீரியமுள்ள "வர்த்தனி" (Oxidizing agent) என்பதாம். பிராணவாயுவைவிட விருத்தி செய்தலில் அது

அதிகத் திறனுடையது. அது பொட்டாஸிய-பாடலகை யுடன் சம்பந்தப்பட்ட நிமிஷத்திலேயே, பாடலகம் (Iodine) வெளித் தோன்றும். இதைப் பசைமா விலயனத்தைக்கொண்டு சோதித்தால் நீலநிறம் உடனே உண்டாகிவிடும். பிராணவாயு பொட்டாஸிய-பாடலகையிலிருந்து பாடலகத்தைப் பிரிக்காது.



$$O_3+2KI+H_2O=O_2+I_2+2KOH.$$

பாடலகத்தைப் பசைமாக்கொண்டு சோதித்தோம். பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணையுமுண்டாகிற தென்பதைக் காட்ட, சிவப்பு லிட்மஸ் தாளைச் சிறிதளவு பொட்டாஸிய பாடலகையுள்ள விலயனத்தில் நனைத்து, ஓஸோனிற் காண்பிக்கவும். லிட்மஸ் தாளின் நிறம் நீலமாக மாறும். மேலே காட்டிய சமீகரணத்தின் உதவியால், கொடுத்த வாயுக் கலவையிலுள்ள ஓஸோனின் பரிமாணத்தைக் கண்டுபிடிக்கலாம். தெரிந்த அளவில் வாயுக்கலவையை, நடுநிலையான (Neutral) பொட்டாஸிய பாடலகையின் விலயனத்திற் கொப்பளிக்கச்செய்து, அதன்பின் அமிலத்தைச் சேர்த்து வெளிவரும் பாடலகத்தைத் திட்ட ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜவிலயனத்தால் (Standard Sodium Thiosulphate Solution) அளவிடலாம். இம்முறையைப் பின்னற் கவனிப்போம். சில சமயங்களில் ஓஸோன்-சோதனைக் காகிதத்தை (சிறிதளவு பொட்டாஸிய-பாடலகையுடன் சேர்ந்த பசைமாக்கஞ்சியில் நனைக்கப்பட்ட காகிதத்திற்கு ஓஸோன்-சோதனைக் காகிதம் என்று பெயர்.) ஓஸோனிற் காண்பித்து, அதிலுண்டாகும் நிறத்தைப் பரிசோதித்துத் திட்டப்படுத்தப்பட்ட காகிதங்களுடன் ஒப்பிட்டு, ஓஸோனிருக்குமளவை நிதானிக்கின்றார்கள்.

அவுரிச்சாயக் காகிதத்தை ஓஸோனிடம் காண்பிக்க, நிறம் வெளுத்துவிடுகிறது. இவ்விகாரம் நிகழ்வது ஓஸோன் வர்த்தனியாக இருப்பதுபற்றியே. ஒரு சுத்தமான கண்ணாடிக் கூஜாவில் ஒரு சொட்டு இரஸத்தை

எடுத்துக் கூஜாவிற்குள் ஓஸோனைச் செலுத்திக் கூஜாவைக் குலுக்கவும். இரஸத்தின் பளபளப்பு மாறி மங்குவதுமல்லாமல், நூல்போன்ற கோடுகள் கூஜாவிற் காணப்படும். இந்நிகழ்ச்சி ஏற்படுவது ஓஸோன் வர்த்தனியாக இருப்பது பற்றியே. தண்ணீரைக் கூஜாவிற்குள் விட்டுக் குலுக்க இரஸத்தின் ஒளி திரும்பும். ஒரு வெள்ளித்தகட்டைத் தேய்த்து, (புன்ஸன் சுடரில்) அனல் காட்டி, ஓஸோனிற் காண்பிக்க அத்தகடு கறுப்பாக மாறும். இரஜத-பர-பிராணை (Silver peroxide) உண்டாவதால் இந்நிற மாறுபாடு ஏற்படுகிறது. சூடு செய்வதில் தகட்டின் மேற்பாகத்தில், இரஜத-பிராணையுண்டாகிப் பின்பு பர-பிராணை உண்டாகிறதென்று பலர் கருதுகின்றனர். கறுத்த-ஸீஸ-கந்தகையை (Lead Sulphide) ஓஸோனிற் காண்பிக்க, அது வெளுத்த-ஸீஸ-கந்தகிகஜமாக (Lead Sulphate) மாறும். இன்னும் அநேக கந்தகைகள் கந்தகிகஜங்களாக மாறும். ஆனால் நிக்கல-கந்தகையும், கோபத-கந்தகையும், பர-பிராணைகளாகவும், கந்தகத்திராவகமாகவும் விருத்திசெய்யப்படுகின்றன. ரப்பர் முதலிய பல சேதனப் பொருள்களுடன் அது எளிதில் விகாரிக்கவல்லது. கந்தகத்தின்மேல் அது செலுத்தப்பட ஒரு நீலவொளி தோன்றி கந்தக-துவி-பிராணையும் கந்தக-த்ரி-பிராணையும் சிறிதளவு வெளிவரும். ஓஸோன் அமோனியாவை பாக்கியசாமிலமாகவும் பாக்கியகாமிலமாகவும் விருத்திசெய்ய, அவ்வமிலங்கள் அமோனியாவுடன் சேர்ந்து உரிய உப்புக்களாக மாறும். பல அச-உப்புக்கள் (ous-salts) இக-உப்புக்களாக (ic-salts) ஓஸோனால் விருத்தியாகின்றன. அபூரித சேதனப் பொருள்களுடன் (unsaturated organic compounds) அது கூடி ஓஸோனைகளைத் (ozonides) தரும். இப்பொருள்கள் சேதன ரஸாயன சம்பந்தமான சில அரிய பெரிய விஷயங்களைத் தெளிவுபடுத்தியிருக்கின்றன.

ஓஸோனைக் காட்டுஞ் சோதனைகள் :—பொட்டாஸிய-பாடலகையிலிருந்து பாடலகத்தை வெளிப்படுத்த

னும், நீலி முதலியவற்றின் சாயங்களை வெளுப்பாக்கு தலும், ஓஸோனுக்கு மாத்திரமுரியவையன்று. அநேக வர்த்தனிகள் அவ்விதம் செய்யும். ஓஸோனை விசேஷித்து எடுத்துக்காட்டும் சோதனை :—1. அதன் வாசனை. 2. டெட்ரா மீதைல் பேஸ் (Tetra methyl base= Tetra methyl-parapara′-diamino-diphenyl-methane சதுர்மீதைல்-அபராபர′-துவி அமினோ-துவி பினைல்-மீதேன்—இப்பெயரைக்கண்டு பயந்துவிடாதீர்கள்! இது ஒரு சேதன-ரஸாயனப் பொருள்) என்னும் பொருளைச் சாராயத்திற் கரைத்து அவ்விலயனத்திற் காகிதத்தை நனைத்து, அக்காகிதத் துண்டு ஒன்றை, ஓஸோனிடங் காண்பிக்க, உடனே அது ஊதாநிறமாக மாறும். அப்ஜனக-பர-பிராணை ஒரு நிற மாறுபாட்டையுந் தருவதில்லை. ஹரிதகமும் இரக்தகமும் நீலநிறத்தைக் கொடுக்கும். பாக்கியமிக-பிராணை (Nitric Oxide) வெளுத்த மஞ்சள் நிறத்தைக் கொடுக்கும். 3. மாங்கனச-ஹரிதகை சேர்ந்த காகிதம் ஓஸோனிற்படப் பழுப்பு நிறமாக மாறும். 4. பென்ஸிடீன் (Benzidine) விலயனத்தில் நனைக்கப்பட்ட தாளை அது பழுப்பாக மாற்றும். அப்ஜனக-பர-பிராணையால் அது ஒருவித நிற மாறுபாட்டையும் அடைவதில்லை. அதை ஹரிதகம் சிவப்பாகவும் பாக்கியஜனக-பிராணைகள் நீலமாகவும் மாற்றும். கொயாகம்-சாராய விலயனத்தை (Tincture of Guaiacum) ஓஸோன் நீலநிறமாக மாற்றும்.

உபயோகங்கள் :—ஜனநெருக்கடியான அறைகளிலுள்ள காற்றையும், பூமிக்குட் செல்லும் குழாய்-இருப்புப் பாதையிலுள்ள (Tube railway) காற்றையும், பெரிய நகரங்களுக்குத் தேவையான தண்ணீரையுஞ் சுத்திசெய்ய ஓஸோன் உபயோகமுள்ளது. இன்னும் எண்ணெய், மாவு, சர்க்கரை, கொழுப்புகள் என்பவற்றை வெளுக்கச் செய்வதிலும், தேயிலை, புகையிலை, தோல், மரக்கட்டை முதலியவற்றைப் பக்குவப்படுத்துவதிலும், சாராயப்பான

வகைகளை முதிரச்செய்வதிலும் அது பயன்படுகிறது. தொழிற்சாலைகளிலும் சோதனைச் சாலைகளிலும் அதை ஒருவர்த்தனியாக உபயோகிக்கின்றனர். வியாபார முறையில், கிராம்பு எண்ணெயுடன் அதை விகாரிக்கச்செய்து 'வானிலின்' (Vanillin) என்னும் ஒரு வாசனைச் சரக்கைத் தயாரிக்கின்றனர். செயற்கை கர்ப்பூரத்தை (Artificial Camphor) ஆக்குவதிலும் அது பயன்படுகிறது. ஓஸோன் காற்றை முகர்வது நலம் என்பது சரியல்ல. அது ஜவ்வுச் சதையை அரிக்கவல்லது.

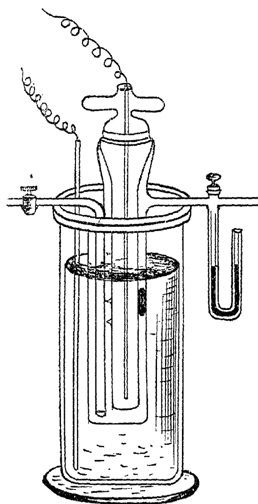
அமைப்பு (Constitution)

ஆண்ட்ரூஸ், டெய்ட் (Andrews and Tait) என்ற இருவரும் ஓஸோனிற் பிராணவாயுவைத்தவிர வேறொன்றுமில்லையென்ற தீர்மானத்தை வெளியிட்டார்கள். அது பிராணவாயு அடங்கிய தோற்ற பேதமே. ஆகையால் அது O_{2+x}-ஆகத்தானிருக்கவேண்டும்.

பலர் வெளியிட்ட, ஓஸோனின் அமைப்பைக் குறிக்குஞ் சங்கேதத்தை நிஷ்கருஷையாக்க 1872-ம் வருஷம் ப்ராடீ (Brodie) என்பவர், சோதனை செய்து, அது சரியென்று நிரூபித்தார். அதைக் காட்ட நாமும் ந்யூத் கண்டுபிடித்த (1896) யந்திரத்தை யுபயோகிக்கலாம்.

64-வது படத்திற்காட்டிய ந்யூத் யந்திரத்தின் (Newth's apparatus) அமைப்பைச் சற்றுக் கவனிப்போம். இதில் ஒரே மையத்தையுடைய இரண்டு குழாய்களிருக்கின்றன. உட் குழாயிலுள்ள தேய்த்த கண்ணாடி-அடைப்பான் கூடாகவும், வெளிக்குழாயின் வாயிற் சரியாய்ப் பொருந்தும்படியாகவுமுள்ளது. அதில் தண்ணீர் கலந்த கந்தகத்திராவகம் இருக்கிறது. உட் குழாயிற் சில புடைப்புக்களும் வெளிக்குழாயிற் சில புடைப்புக்களும் உள. சிறிய துவாரமுள்ள மெல்லிய குழாயிற் கருவாப்பட்டைத் தைலத்தை அடைத்து, நுனியை உருக்கி மூடி-

விடவும். இந்தக் குழாயை மேலே சொல்லிய யந்திரத்தின் இடைவெளியிலமைத்து, யந்திரத்தின் சிறிய குழாயைத் திருப்பப் புடைப்புக்களால் மெல்லிய குழாய் உடைந்து தைலம் வெளிப்படும். இத்தைலம் ஓஸோனைக் கரைக்க வல்லது. வெளிக்குழாயில் மூவ்வழி யடைப்பானுள்ள குழா யுடன் கூடிய வாயு-அழுத்தமானி (Manometer) பொருத்



ந்யூத்-ஓஸோன் யந்திரம்.

படம் 64

தப்பட்டிருக்கிறது. இவ்வாயு-அழுத்தமானியிற் சுண்டின கந்தகத்திராவகத்தைச் சிறிதளவு ஊற்று. இக்கருவியைத் தண்ணீரும் பனிக்கட்டித் துண்டுகளுமுள்ள கண்ணாடி ஜாடியில் அமுக்கு. ஆழிருப இடைவெளியில், பிராணவாயுவை 'க,' 'ச' என்ற இரண்டு அடைப்பான் வழியாகச் செலுத்து. 'க' என்ற அடைப்பானை மூடிப், பிராணவாயு

வாயு-அழுத்தமானியுடன் சம்பந்தப்பட்டிருக்கும்படி 'ச' என்னும் அடைப்பானைத் திருப்பு. இம்மானியிலுள்ள திரவத்தின் மட்டத்தைக் குறித்துக்கொள்.

தொனியாத மின்சாரப் பிரயோகத்தாற் பிராணவாயுவை ஓஸோனாகும்படி செய். வாயுவின் கன பரிமாணம் குறையும். வாயு-அழுத்தமானியில் திரவத்தின் மட்டம் 1 ச. மீ. அளவில் வித்தியாசமாகும்வரை ஓஸோனிக்கவும். பிறகு குழாயைத் திருப்பு. கருவாப்பட்டைத் தைலம் இருக்கும் குழாய் உடையும். இதன்பின் ஏற்படும் கனபரிமாணத்தினளவை வாயு-அழுத்தமானியிலுள்ள திரவ மட்ட வித்தியாசத்தாற் கண்டுபிடி. இப்பொழுது இரண்டு பங்கு அதிக அளவிற் குறைவு ஏற்பட்டதாக வெளியாகும்.

மொத்தத்திற் குறைவு = 3 பங்கு

ஓஸோனாலேற்பட்ட குறைவு = 2 பங்கு.

இதனால் என்ன தெரியவருகிறது? 3 பங்கு பிராணவாயு 2 பங்கு ஓஸோனாக மாறுகிறது என்பதுதான்.

இன்னும், ஸொரெ (Soret) என்பவர் 1866-ம் ஆண்டில் ஓர் அருமையான சோதனையைச் செய்து பார்த்ததில் ஓஸோனித்த பிராணவாயு கருவாப்பட்டைத் தைலத்துடன் சேர, 2 க. ச. மீ. குறைவு கனபரிமாணத்திலேற்பட்டது என்பதையும் ஓஸோனித்த பிராணவாயுவை அதே அளவில் எடுத்துச் சூடுசெய்ய ஒரு க. ச. மீ. கூடுதல் ஏற்பட்டதையுங் கண்டுள்ளார். இதுவும் 3 கன அளவு பிராணவாயு 2 கன அளவு ஓஸோனாக மாறுகிறது என்பதை உறுதிசெய்கிறது.

வியாபக சம்பந்தமாய் க்ராஹம் (Graham) செய்த விதிகளை முன்னாலேயே கவனித்தோம். அவர் எந்த வாயுவையும் உலோகத்தாற் செய்யப்பட்ட தகட்டிலுள்ள ஒரு சிறிய துவாரம் வழியாய் வெளியேறச் செய்தால், அது வாயு-வியாபக-விதிகளுக்கு ஒத்தவாறே வெளிச்

செல்லுகிறது என்று கண்டார். இவ்வாறு சிறிய துவாரத்தின் வழியாய் வெளிச் செல்லுதலுக்கு "எப்யூஷன்" (Effusion) என்று பெயரிட்டார். அதை நாம் "உத்ஸர்கம்" என்று சொல்லுவோம். ஆகையால், "வாயுக்களின் தாரதர உத்ஸர்க வேகங்கள் அவ்வவற்றின் தாரதரத் திண்மையின் வர்க்க மூலங்களை எதிர்விகித ஸாம்யமாகப் பொறுத்திருக்கின்றன." ஒரு வாயுவின் திண்மை '$தி_1$' என்றும், அது '$வி_1$' விநாடிகளில் வெளியே செல்லும் என்றும், மற்றொரு வாயுவின் திண்மை '$தி_2$' என்றும், அது '$வி_2$' விநாடிகளில் வெளியே செல்லும் என்றும் வைத்துக்கொள்ளுவோம். அப்படியானால், $தி_1 : தி_2 :: வி_1^2 : வி_2^2$.

ஏ. லேடன்பர்க் (A. Ladenberg) என்பவர், 86·16% ஓஸோனுள்ள பிராணவாயுவின் திண்மானம் 1·3689 என்று அளவிட்டார். (பிராணவாயு=1)

பிராணவாயுவின் திண்மானம் $=1$

அதன் கனபரிமாணம் $= \frac{100-86·16}{1} = 13·84$

ஓஸோனுடைய திண்மானம் $=$ தி

அதன் கனபரிமாணம் $= \frac{86·16}{தி}$

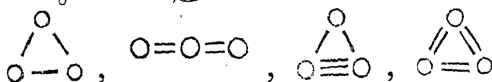
நூறு நிறையுள்ள கலவையின் கன அளவு $= \frac{100}{1·3689}$
$=73·05.$

$$73·05 = \frac{86·16}{தி} + 13·84.$$

$$\therefore\ தி = 1·456.$$

பிராணவாயுவின் திண்மானத்தை 32 என்று எடுத்துக்கொண்டால் ஓஸோனின் திண்மானம் $= 1·456 \times 32 = 46·6$ ஆக இருக்கவேண்டும். பிராணவாயுவின் அணுபாரம் 32. ஆகையால் ஓஸோனின் அணுபாரம் 46·6 ஆக இருக்கவேண்டுமென்று சோதனைமுறை சொல்லுகிறது. ஆனால் உண்மையில் அதன் அணு பாரம்

(molecular weight) 48. ஓஸோனிற் பிராணவாயுவைத் தவிர வேறொன்றுமில்லை என்று தெரிந்துகொண்டோம். பிராணவாயுவின் பரமாணு பாரம் 16. ஆகையால் ஓஸோன் அணுவில் மூன்று பிராணவாயு பரமாணுக்கள் ஒன்றுசேர்ந்து இருக்கவேண்டுமென்று வெளியாகிறது. ஓஸோன் அணுவை O_3 என்ற சின்னத்தாற் குறிப்பிடுவோம். ஓஸோன் அணுவை



என்பதாகக் குறிக்கின்றனர். இவற்றில் எது சரியானது என்று சொல்ல இப்பொழுது போதுமான ஆதாரமிருப்பதாகத் தெரியவில்லை.

அப்ஜனக-பர-பிராணை (Hydrogen Peroxide)

சரித்திரம்:—1818-ம் வருஷத்தில் தீனார்ட் (Thenard) என்பவர் பேரிய-பர-பிராணையை அமிலங்களுடன் கலக்க, அப்ஜனக-பர-பிராணை உண்டாகிறது என்பதையும், இதில் தண்ணீரிலிருப்பதைவிட அப்ஜனகத்துடன் பிராணவாயு இரண்டு பங்கு அதிகமாகக் கூடியிருக்கிறதென்பதையும் கண்டுபிடித்தார். 1893-ம் ஆண்டில் கரார (Carrara) என்பவர் அதன் அணுபாரம் 34 என்று கண்டறிந்தார். வுல்பென்ஸ்டீன் (Wolffenstein) என்பவர் 1894-ல் சுத்தமான அப்ஜனக-பர-பிராணையைத் தயாரித்தார்.

சம்பவம்:—அது வாயுமண்டலத்திற் சிறிதளவுள்ளதென்பதும், மழை, பனிக்கட்டி, பனி, சில செடிகொடிகள் இவைகளில் மிகச்சிறிய அளவில் இருக்கிறதென்பதும் சந்தேகந்தான்.

உண்டாகும் சமயங்கள்:—

(1) அப்ஜனகம் எரியும்பொழுது, முக்கியமாக அச்சுடர் பனிக்கட்டியில் தாக்கி நிற்கும் சமயத்தில், அது உண்டாகும். அதிக உஷ்ணநிலையிலுண்டான அப்ஜனக-

பர-பிராணை உடனே பனிக்கட்டியாற் குளிர்விக்கப்படுவதால் அது நிலையுள்ள நிலையில் தண்ணீருடன் கீழே சொட்டும்.

(2) மின்சார விகாரத்தால் அப்ஜனகவாயு உண்டாகுந் துருவத்திற் பிராண வாயுவைச் செலுத்திக் குமிழிக்கச் செய்ய அது உண்டாகும்.

(3) ஸ்படிகச் சிலையாற் (quartz) செய்யப்பட்ட பாத்திரத்திலுள்ள தண்ணீரின்மேல் அதி-பாடல-வெளிச்சத்தைப் படும்படி செய்யச் சிறிதளவில் அது உண்டாகும்.



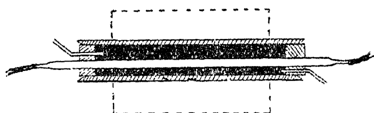
$$2H_2O \rightarrow H_2O_2 + H_2.$$

(4) ஈரம் பொருந்திய ஈதரைச் சூரிய வெளிச்சம் படவைக்க அது உண்டாகும்.

(5) ஈதர் மிதக்கிற தண்ணீரில் ஓஸோன் வாயுவை வீச அது உண்டாகும்.

(6) ஈதர் மிதக்கிற தண்ணீரின் மேல் பழுக்கக் காய்ந்த பிளாடினக் கம்பிச்சுருளை, ஈதர் ஆவியாகும் வரையிற் பிடித்துக்கொள். பிறகு தண்ணீருடன் அது கலந்து இருக்கும்.

(7) டிவைல் கண்டுபிடித்த உஷ்ண-சீதள-குழாய் முறை. (Deville's Hot and Cold tube):—



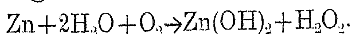
டிவைல்-உஷ்ண-சீதளக்குழாய்.

படம் 65

பீங்கான் குழாயின் மத்தியில் மற்றொரு சிறிய குழாயை உரிய தக்கைகள் கொண்டு அமைத்து, வெளிப் பீங்கான் குழாயைச் சூளையிலமர்த்திச் சூடு செய்யவும். நடுக்குழாயின் வழியாய்க் குளிர்விக்கப்பட்ட தண்ணீரைப்

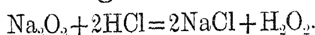
பாய்ச்ச. ஆழிவடிவ இடைவெளியில் எரித்த பிராண வாயுவை ஒரு வழியாக அனுப்ப, அது இன்னொரு வழியாக வெளிவரும்பொழுது அதில் சிறிதளவு அப்ஜனக-பர-பிராணையைக் காணலாம்.

(8) நாக-தூளிகையைத் தண்ணீர் 55 பங்கும் கந்தகத்திராவகம் 1 பங்கும் சேர்த்த விலயனத்துடன் காற்றுப்படக்குலுக்க, அது உண்டாகும்.



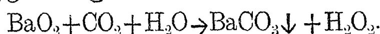
$$Zn + 2H_2O + O_2 \rightarrow Zn(OH)_2 + H_2O_2.$$

(9) குளிர்ந்த-தண்ணீர் சேர்த்த அமிலங்களோ ஸோடிய-பர-பிராணை அல்லது இதர-பர-பிராணையுடன் சேர்க்க, அது உண்டாகும்.



$$Na_2O_2 + 2HCl = 2NaCl + H_2O_2.$$

(10) பேரிய-பர-பிராணையைத் தண்ணீரிற் போட்டு, அது வழியாகக், கரியமிலவாயுவைச் செலுத்தப் பேரிய-இங்காலிகஜமும் (Barium Carbonate), அப்ஜனக-பர-பிராணையுமுண்டாகும்.



$$BaO_2 + CO_2 + H_2O \rightarrow BaCO_3 \downarrow + H_2O_2.$$

பேரிய இங்காலிகஜத்தை வடிகட்டிப் பிரிக்க, வடிதிரவத்தில் அதைக் காணலாம்.

(11) நீராவியைக் கடுமையாகச் சூடுசெய்யுங்காலும்

(12) நீரிட்ட கந்தகிகாமிலத்தை மின்சாரிக்குங்காலும் அது உண்டாகும்.

அதிக அளவில் தயாரிக்கும் முறைகள்

1 பங்கு கந்தகத்திராவகத்தையும் 5 பங்கு தண்ணீரையும் சேர்த்துப் பனிக்கட்டியும் உப்பும் சேர்ந்த உறைமிச்ரத்தில் (Freezing mixture) குளிரவைத்து, அதிற் சிறிது சிறிது அளவில் பொடி செய்த பேரிய-பர-பிராணையைப் போட்டுக்கொண்டேவரவும். அமிலத்தன்மை அநேகமாய் அழியும் வரையில், பேரிய-பர-பிராணையைப்போடவும்.



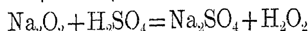
$$BaO_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 \downarrow + H_2O_2$$

ஒரு நாள் கழித்த பிறகு, பேரிய கந்தகிகஜத்தை வடிகட்டிப் பிரித்து, வடிநீரை, வழவழப்பான பிளாடினக் கிண்ணத்திலோ, பீங்கான் கிண்ணத்திலோ, ஏந்தி, அதைத் தண்ணீர்த் தொட்டியில் 70°ச உஷ்ணநிலையில் வற்றவைக்கவும், விலயனத்தில் வாயுக்குமிழிகளைக் கண்ட நிமிஷமே, அது குளிர்விக்கப்படவேண்டும். இந்த ஸ்திதியில் அது 45% அப்ஜனக-பர-பிராணி கொண்ட விலயனம். இனிச் சூடு செய்தால் அது விகாரித்துப் பிரிவுபடும். அதிகத் தண்ணீருடன் கூடிய நிலையிலும் கூடச் சூடு பட்டால் அது பிரிந்து விகாரித்துவிடும். இவ் விதமடைந்த 45% விலயனத்தைக் குறைந்த அமுக்க நிலையில் (அமுக்கம்=15 ஸ.மீ.) காய்ச்சி வடிக்க, முதலில், தண்ணீர் பிரிந்து வெளி வந்துவிடும். வடித்தற் கூஜாவிலமைக்கப்பட்ட உஷ்ணமானி 70°ச காண்பிக்குந்தருணத்தில் கூஜாவிலுள்ள விலயனம் மிகவும் சுண்டினதாக இருக்கும். இதிற் சிறிதளவைத் திட-இங்கால-துவிபிராணியும் ஈதரும் சேர்ந்த உறை மிச்ரத்தில் (Solid carbon dioxide and Ether—இதன் உஷ்ணநிலை —110°ச) குளிரவைக்க விலயனம் உறையும். உறைந்த கட்டிகளில் சிலவற்றைக் குளிர்விக்கப்பட்ட சுண்டின விலயனத்திற் போட, ஊசி போன்ற ஸ்படிகங்களாகச் சுத்த அப்ஜனக-பர-பிராணி (—8°ச) வெளிவரும். இவைகளை உருக்கிக் குறைந்த அமுக்கநிலையில் (29 ஸ.மீ.) காய்ச்சி வடித்துச் சுத்திசெய்யலாம். அச் சமயத்தில் அது 65°ச உஷ்ண நிலையிற் கொதித்துத் திரவநிலையிற் கிரஹணி பாத்திரத்தில் வந்து சேரும். அமுக்கநிலை 65 ஸ.மீ. ஆக இருந்தால் கொதிநிலை 85°ச ஆக இருக்கும்.

கந்தகத்திராவகத்திற்குப் பதிலாக, அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தை உபயோகிக்கலாம். ஆனல், இங்குண்டாகும் பேரிய ஹரிதகை, தண்ணீரிற் கரையுங் குணமுடையதாதலால், உண்டாகும் பொருள்களை எளிதிற் பிரிக்க முடியாது.

ஜெர்மனி தேசத்தில் அதிக அளவில் அதைத் தயாரிக்க, மெர்க் தொழிற்சாலையில் அனுசரிக்கப்படும் முறை :—

பனிக்கட்டியில் குளிர்விக்கப்பட்ட 20% கந்தகத் திராவக விலயனத்தில் வேண்டிய அளவில் ஸோடிய-பர-பிராணையைச் சிறிது சிறிது அளவாகச் சேர்க்கிறார்கள்.



$$Na_2O_2 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + H_2O_2$$

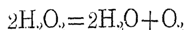
பிரிந்துவரும் ஸோடிய கந்தகிகஜத்தை வடிகட்டி, வடிதிரவத்தைப் பின்ன-வடித்தல் முறையாற் சுண்டவைக்கிறார்கள். விலயனத்திலுள்ள சிறிதளவு ஸோடிய-கந்தகிகஜம், சுண்டவைக்குஞ் சமயத்தில் மதிக்கக்கூடிய அளவிற் பர-பிராணையை விகாரிக்கச்செய்து பிரித்துவிடாது. இங்ஙனந் தயாரித்த சரக்கில் 30% அப்ஜனக-பர-பிராணை இருக்கும். அதற்கு 'பெர்-ஹைட்ரால்" (Per-hydrol) என்று பெயர்.

பௌதிக குணங்கள்

சுத்த அப்ஜனக-பர-பிராணை, பாகுபோன்ற, நிறமற்ற, பாக்கியகாமிலத்திற்குரிய மணமுடைய திரவம். தண்ணீர் சேர்த்த விலயனம், உலோக சம்பந்தமான கைப்புச்சுவை உள்ளது. 0°ச-ல் தராதரத்திண்மை 1·458. 20 ஸ.மீ. அமுக்கநிலையில் அது சுமார் 60°ச-ல் கொதிக்கும். அதைத் திடஸ்திதிக்கு மாற்ற, அது 2°ச-ல் உருகும்.

ரஸாயன குணங்கள்

அது மிகவும் நிலையற்ற பொருள். வெகு எளிதில், தண்ணீராகவும் பிராணவாயுவாகவும் பிரிந்து விகாரிக்குந் தன்மையுடையது.



$$2H_2O_2 = 2H_2O + O_2$$

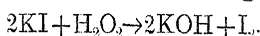
தூசி, மாங்கனஜ-துவி-பிராணை முதலியவை அதை விகாரிக்கச்செய்யும். அது சொறசொறப்பான சீசாவில் வைக்கப்பட்டால் அப்பொழுதும் அது விகாரித்துப் பிரியும். (ஸ்பர்ச-விகாரம்.) ஆனால் சீசாவின் உட்புறத்தை வெள்ளை மெழுகு (Paraffin) கொண்டு தடவிப் பிறகு

அதில் விலயனத்தை வைக்க, அது விகாரிக்காமலிருக்கும். இன்னும், கந்தகிகாமிலம், பாஸ்வரிகாமிலம், சாராயம், கால்ஸிய-ஹரிதகை க்ளிஸரீன் (Glycerine), பைரோகலால் (Pyrogallol), பார்பிடூரிக்-அமிலம் (Barbituric acid) முதலியவை அப்ஜனக-பர-பிராணை விகாரித்துப் பிரியாவண்ணங் காக்கும். எனவே அவற்றை ருண-ஸ்பர்ச கர்த்தாக்கள் (Negative Catalysts) என்போம்.

அப்ஜனக-பர-பிராணை விலயனத்தின் வன்மை நூறு கன அளவு விலயனத்திலிருந்து வெளியேறும் பிராணவாயுவின் அளவுகொண்டே தெரிவிக்கப்படுகிறது. "10 கன அளவு விலயனம்" நூற்றுக்குப் பத்து அளவு பிராணவாயுவைக் கொடுக்கும். மேற்கண்ட விலயனத்தில் அப்ஜனக-பர-பிராணையின் எடை நூற்றுக்கு 3 பங்கு. வியாபாரஸ்தலங்களிலகப்படும் விலயனங்களில் அதிக சுண்டின நிலையிலுள்ளது 30% (எடைசங்கலனம்) அல்லது நூறு கன-அளவு விலயனமே. அதைப் "பெர் ஹைட்ரால்" (Perhydrol) என்று சொல்லுகிறார்கள். "மெர்க்" அபூர்வ முறைகளில் தயாரித்தனுப்பும் அவ்விலயனங்கள் சாதாரணமாக விகாரித்துப் பிரிவதில்லை. விலயனம் க்ஷாரத்துடன் கலந்திருக்குமேயானால், அதிசீக்கிரத்தில் விகாரிக்கும். சுத்தமான அப்ஜனக-பர-பிராணை அமிலகுணத்தைக் காட்டும். ஆனால் அதன் நீர் விலயனம் நடுநிலை பொருந்தியது.

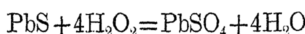
பிராணீகரண குணங்கள்

(1) அப்ஜனக-பர-பிராணை விகாரிக்கும்பொழுது பிராணவாயு வெளிவருவதால், அது பிராணீகரணஞ் செய்வதில் மிக வல்லமையுடையது. பஞ்சு சுத்தமான அப்ஜனக-பர-பிராணையால் தாக்கப்படப் பற்றி எரியும். பொட்டாஸிய பாடலகை விலயனத்துடன் அது சேரப் பாடலகம் வெளிவரும். அதைப் பசைமாத் தண்ணீர் கொண்டு சோதிக்க, நீலநிறம் உண்டாகும்.



$$2KI + H_2O_2 \rightarrow 2KOH + I_2.$$

(2) கருத்த ஸீஸ-கந்தகை (Lead sulphide) அதனால் வெளுத்த ஸீஸ-கந்தகிகஜமாக மாறுகிறது.



$$PbS + 4H_2O_2 = PbSO_4 + 4H_2O$$

ஆனதுபற்றியே வர்ண எண்ணெய்களால் தயாரிக்கப்பட்ட படங்களையும், வெண்கலச் சிலைகளையும், சுத்திசெய்ய அது உபயோகிக்கப்படுகிறது.

(3) அயச உப்புக்கள் (Ferrous salts) அதனால், அயிக உப்புக்களாக (Ferric salts) விருத்தியடைகின்றன. அயச-கந்தகிகஜ விலயனத்தைச் சிறிதளவு அமிலித்து அந்த விலயனத்தைத் தனியாகவும், அந்த விலயனத்துடன் அப்ஜனக-பர-பிராணையைச் சேர்த்து இந்த விலயனத்தையும் துண்டு துண்டாகச் சோதனைக் குழாய்களிலெடுத்துக் கொண்டு, பின் குறிப்பிட்டுள்ள பொருள்களாற் சோதிக்கக் கீழே குறிப்பிட்டுள்ள நிறமாறுபாடுகளுண்டாகும். அப்ஜனக-பர-பிராணை அயச நிலையை அயிக நிலைக்கு விருத்தி செய்யும்.



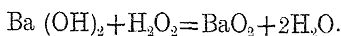
$$2FeSO_4 + H_2SO_4 + H_2O_2 = Fe_2(SO_4)_3 + 2H_2O$$

பிரதிகாரகம்	அயச உப்பு	அயிக உப்பு
1. பொட்டாஸிய-அயச-காலகை (Potassium Ferro-cyanide)	வெளுத்த நீல நிறம்	கப்பு நீலம்
2. பொட்டாஸிய-அயிக-காலகை (Potassium Ferri-cyanide)	நீலம்	பழுப்பு
3. பொட்டாஸிய-கந்தகோ-காலகிகஜம் (Potassium Thio-cyanate)	நிறமாறுபாடு இல்லை	இரத்தச் சிவப்பு

(4) அது பண்டங்களை நன்றாய் வெளுக்கும்படி செய்யும். சேதனச்சாயங்களையும் அது சலவை செய்யுங் குணமுடையதாதலால், பட்டு, இறகுகள், உரோமம், யானைத் தந்தம், தலைமயிர், பல் முதலியவைகளைச் சலவை செய்ய அது உபயோகிக்கப்படுகிறது. அங்ஙனஞ் செய்வதாற் பண்டங்களுக்கு ஒரு தீங்கும் நேராது. ஏனெனில், அது விகாரிக்கும்பொழுது, தண்ணீரும் பிராணவாயுவுமே உண்டாகின்றன. ஆனதுபற்றியே, வைத்திய முறையிற் பூதிநாசனியாகவும் புண்களைக் கழுவுவதிலும் (Antiseptic) அது உபயோகிக்கப்பட்டு வருகிறது. பாஷாணசஜம் (Arsenite), கந்தசஜம் (Sulphite), கிரோமிக உப்புக்கள் (Chromic Salts), பாக்கியசஜம் (Nitrite) இவைகளையெல்லாம் முறையே பாஷாணிகஜம் (Arsenate), கந்திகஜம் (Sulphate), கிரோமிகஜம் (Chromates), பாக்கியமிகஜம் (Nitrate) இந்நிலைகளுக்கு அது விருத்தி செய்கிறது.

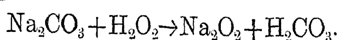
பர-பிராணீகரண குணங்கள்
(Peroxidizing Properties)

பேரிய அப்ஜ-பிராணை அல்லது கால்ஸிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்தில் அப்ஜனக-பர-பிராணையைச்சேர்க்க, உரிய-பர-பிராணை உண்டாகும்.



$$Ba(OH)_2 + H_2O_2 = BaO_2 + 2H_2O.$$

இந்நிலைமையில் அது ஓர் அமிலம்போல் நடிக்கிறது. ஆகையால் பேரிய-பர-பிராணையை, அப்ஜனக-பர-பிராணையிடமிருந்து உண்டாகிய உப்பென்று கருதலாம். MO_2, M_2O_2 (M=உலோகம்) என்று குறிப்பிடப்படும் சேர்க்கைப்பொருள்களில் எவை எவை அப்ஜனக-பர-பிராணையைக் கொடுக்குமோ அவைகளையே உண்மைப்பர-பிராணைகளென்று சொல்லுவோம். அப்ஜனக-பர-பிராணை விலயனத்தில் ஸோடா உப்பைப்போட, ஸோடிய-பர-பிராணை உண்டாகும்.



$$Na_2CO_3 + H_2O_2 \rightarrow Na_2O_2 + H_2CO_3.$$

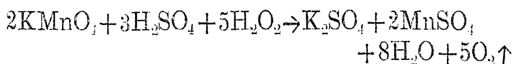
ஆனால் இம்முறையை மாற்றினால், அதாவது, அப்ஜனக-பர-பிராணையை ஸோடா உப்பின்மேல் வார்த்தால், அப்ஜனக-பர-பிராணை தான் விகாரித்துப் பிராண வாயுவையும் தண்ணீரையுங் கொடுக்கும்.

இவ்வளவு வர்த்தனிப்பதில் வல்லமையுள்ள பொருள் சில விகாரங்களில் க்ஷயகாரிபோல் (Reducing agent) நடிப்பது விந்தையாகத் தோன்றுகிறது. ஆனால், எதிர்பார்ப்பதற்கு மாறுதலாக, க்ஷயகாரியைப்போல் நடிக்கும் அது இன்னும் அதிக உயர் நிலைக்குப் பிராணீகரிக்கப்படுவதில்லை. ஆகையால் உண்மையில் அது க்ஷயகாரி அல்ல. அது தன்னிடமிருந்து ஒரு பிராணவாயு பரமாணுவைக் கொடுக்க, க்ஷயிக்கப்படும் பொருள்களிலிருந்து பிராண வாயு பரமாணு பிரிந்து, இரண்டும் ஐக்கியமாகி, பிராண வாயு அணுவாக வெளிப்படுகின்றன. இரஜத-பிராணையை அது இரஜதநிலைக்குக் குறைக்கிறது.



$$Ag_2O + H_2O_2 \rightarrow 2Ag + H_2O + O_2$$

அமிலித்த பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜ விலயனத்துடன் அதைச் சேர்க்கப் பரமாங்கனிகஜத்தின் ஊதா நிறம்மாறி நிறமற்றதாக ஆகிறது. பிராணவாயு சிறு குமிழிகளாக வெளிக் கிளம்புகிறது.



$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 5H_2O_2 \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O + 5O_2\uparrow$$

மேலே குறிப்பிட்ட சமீகரணத்தின் உதவிகொண்டு, திட்டப் பொட்டாஸீய-பர-மாங்கனிகஜ விலயனத்தால் அப்ஜனக-பர-பிராணையின் பரிமாணத்தை அளவிடலாம். இதைப் பின்னால் விவரிப்போம்:

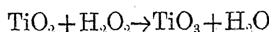
$2KMnO_4$ அணுபாரம் $= 2 \times 158{\cdot}02 = 316{\cdot}04$. இது $5 \times 34{\cdot}02 = 170{\cdot}1$ அப்ஜனக-பர-பிராணைக்கு ரஸாயன சம்பந்தமாகச் சமானமாகிறது.

யூரியா என்னும் ஒரு சேதனப்பொருளுடன் அது விகாரித்து ஒரு நிலையுள்ள ஸ்படிகப் பொருளைக் கொடுக்

கிறது. இதற்கு ஹைபெரால் (Hyperol) என்று பெயர். இதில் 30% H_2O_2 இருக்கிறது. இதைத் தண்ணீரிற் கரைக்க அப்ஜனக-பர-பிராணை வெளிப்படும்.

அப்ஜனக-பர-பிராணையைக் காட்டும் சோதனைகள்

(1) டைடேனிய-பிராணையைச் (Titanium Oxide) சுண்டின கந்தகத்திராவகத்தில் கரை. நிறமில்லாத அந்தத் திரவத்தில் அப்ஜனக-பர-பிராணையைச் சேர். உடனே கிச்சிலி வர்ணமுண்டாகும்.



$$TiO_2 + H_2O_2 \rightarrow TiO_3 + H_2O$$

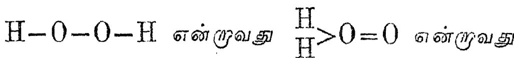
டைடேனிய-
பர-பிராணை

(2) பொட்டாஸிய-துவி-கிரோமிகஜ விலயனத்தை அமிலித்து அப்ஜனக-பர-பிராணையைச் சேர். ஒரு நீல நிறம் தோன்றி உடனே மறைந்துவிடும். பிராணவாயு விலயனத்தில் நுரைத்து வெளிவரும். அமிலித்த-துவி-கிரோமிகஜ-விலயனத்தின்மேல் ஈதரை வார்த்துப் பிறகு, அப்ஜனக-பர-பிராணையைச்சேர். ஈதர் நீல நிறமாக மாறி நிற்கும். 80,000-த்திலொரு பங்கிலிருக்குஞ் சமயத்திற் கூட இச் சோதனைமுறையால் அப்ஜனக-பர-பிராணையைக் கண்டுகொள்ளலாம். நீல நிறமுள்ள பொருள் பர-கிரோமிகாமிலம் (Perchromic Acid HC_rO_5) என்று கருதப்படுகிறது.

(3) அமிலித்த பொட்டாஸிய-பாடலகை விலயனத்திலிருந்து அது பாடலகத்தை வெளிப்படுத்தும். இவ் விகாரம் எந்த வர்த்தனிக்கும் பொதுவானது. ஓஸோனுக்குரிய சோதனையாகிய டெட்ரா-மீதைல்-பேஸ் கரைந்த சாராய விலயனமாவது, பென்ஸிடின் விலயனமாவது அப்ஜனக-பர-பிராணையுடன் ஒன்று சேர, ஒரு நிற மாறுபாடும் ஏற்படுகிறதில்லை. அமிலித்த பொட்டாஸிய-பர-மாங்கனிகஜம் ஓஸோனால் மாறுபாடு அடைகிறதில்லை.

[ஓஸோன், அப்ஜனக-பர-பிராணே, இவைகளைக் கண்டு பிடிக்கச் சாதகமாக விருக்கும் பரிசைக்ஷ முறைகளைக் கவனித்துக் குறிக்க.]

சங்கலனம் :—தீனார்ட் (J. Thenard) என்பவர் அப்ஜனக-பர-பிராணேயைத் தெரிந்த நிறையிலெடுத்து, அதிலிருந்து வெளிவரும் பிராணவாயுவை அளந்து, 34 நிறை அப்ஜனக-பர-பிராணே 18|நிறை தண்ணீரையும், 16 நிறை பிராணவாயுவையுங் கொடுக்கும் என்பதைத் தெரிவித்தார். 18 நிறை தண்ணீர் ஓர் அணுத் தண்ணீரையும், 16 நிறை பிராணவாயு ஒரு பரமாணுப் பிராணவாயுவையும் குறிக்கின்றன. அதாவது, அப்ஜனக-பர-பிராணேயில் பிராணவாயுவின் 2 பரமாணுவும், அப்ஜனகத்தின் 2 பரமாணுவும், ஐக்கியமாயிருக்கின்றன என்பது தெரியவருகிறது. ஆகையால், அதன் சுலப சங்கேதம் (Empirical Formula) HO என்றிருக்கவேண்டும். ஆகவே, அதன் அணு சங்கேதம் (Molecular Formula) H_xO_x ஆக இருக்கலாம். ஆனால் அதன் அணுபாரம் (Molecular Weight) 34 என்று தீர்மானிக்கப்பட்டிருப்பதால் அதன் அணு சங்கேதம் H_2O_2 ஆகவே இருக்கவேண்டும் ($x=\frac{34}{17}=2$). அதன் அணுவை



$$H-O-O-H$$ என்ருவது $$\begin{matrix}H\\H\end{matrix}>O=O$$ என்ருவது

குறிக்கலாம். இவ்விரண்டுவிதமாகவும் குறிக்கலாம் என்பதன் காரணங்களை உயர்தரப் புத்தகங்களிற் காண்க.

அத்தியாயம் 11



குணனதராதர நியாயமும் (அல்லது குணகார ஸம்யோக நியாயம்) உஷ்ண ரஸாயன சாஸ்திரமும்

(Law of Multiple Proportions and Thermochemistry)

தண்ணீர், அப்ஜனக-பர-பிராணை என்னும் இரு பொருள்களும் பிராணவாயுவும் அப்ஜனகமும் சேர்ந்த ஐக்கியப் பொருள்களாம். இவைகளில், ஒரே நிறையுள்ள அப்ஜனகத்துடன் ஐக்கியமாயிருக்கும் பிராணவாயுவின் நிறைகளை ஒப்பிட்டுப்பார்த்தால் அந்நிறைகள் 1 : 2 என்ற விகிதத்திலிருக்கின்றன என்பதை அறிகிறோம். இம்மாதிரியாய்ப் பல ஐக்கியப்பொருள்கள் உள. அவைகளின் சங்கலனத்தை அளவிட்டு, அவைகளுக்குப் பொதுவாயிருக்கும் ஒரு பாகத்தை ஒரு திட்ட அளவில் வைத்து, மற்றப்பாகம் எவ்வளவில் ஒவ்வொரு பொருளிலும், இத்திட்ட அளவுள்ள பாகத்துடன் சேர்ந்துள்ளது என்று கணக்கிட்டுப் பார்த்தால், அவை சுலபமான எண்களின் விகித அளவிலேயே இருக்கின்றன. அநேக திருஷ்டாந்தங்களைக் கண்ட பிறகு, "குணன தராதர நியாயம்" அல்லது "குணகார ஸம்யோக நியாயம்" அல்லது "மடங்கு வீத நியாயம்" என்பதை டால்டன் கூறினர். "இரண்டு தனிப்பொருள்கள், ஓரளவுக்கு மேற்பட்டு ஐக்கியமாகி, இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட எண்ணிற் சேர்க்கைப்பொருள்களைத் தந்தால், அச் சேர்க்கைப்பொருள்கள் ஒவ்வொன்றிலும், அவற்றிலுள்ள ஒரு தனிப் பொருளின் திட்ட நிறையுடன்,

ஐக்கியமாயிருக்கும் மற்றத் தனிப்பொருளின் நிறைகள் ஒன்றிற்கொன்று சிறிய முழு எண்கள் விகிதத்திலேயே அமைந்திருக்கின்றன." [1]

உதாரணங்கள்:—

தாமிரம் இரண்டு பிராணேகளைத் தருகின்றது. தாம்ரச-பிராணேயின் நூற்றுப்பகுதி சங்கலனத்தைக் கவனி. தாமிரம் = 88·81, பிராணவாயு = 11·19. தாம்ரிக-பிராணேயில் தாமிரம் = 79·9% பிராணவாயு = 20·1%.

ஒருநிறை பிராணவாயு, தாம்ரச-பிராணேயில் $\frac{88 \cdot 81}{11 \cdot 19} =$ 7·95 நிறை தாமிரத்துடன் கூடியிருக்கிறது.

ஒரு நிறை பிராணவாயு, தாம்ரிக-பிராணேயில் $\frac{79 \cdot 9}{20 \cdot 1} = 3.975$ நிறை தாமிரத்துடன் கூடியிருக்கிறது.

இவ்விரு பிராணேகளிலும் ஒரே நிறை பிராணவாயுவுடன் கூடியிருக்குந் தாமிர நிறை விகிதம் = 3·975 : 7·95 = 1 : 2.

மூன்று சோதனைகளில், பின்னுற்கூறிய அளவில் மஞ்சியம் (Litharge), ஸீஸ-த்வி-பிராணே (Lead-dioxide), செவ்வீயம் (red lead) என்பவைகளை அப்ஜனக வாயுவிற் சூடுசெய்ய, அவை ஸீஸமாக மாறின; பிராணேகளின் நிறை 2·173 கி, 1·949 கி, 2·316 கி; அவற்றினின்றுண்டாகிய ஸீஸத்தின் நிறை முறையே, 2·017 கி, 1·688 கி, 2·100 கி.

---

[1] If two elements unite together in more than one proportion forming two or more compounds, the quantities of one of the elements which in the different compounds are united with identical amounts of the other stand to one another in the ratio of integral numbers which are very small.

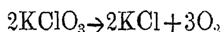
	மஞ்சீயம்	ஸீஸ-த்வி பிராணை	செவ்வீயம்
பிராணையின் நிறை ...	2·173 கி	1·949 கி	2·316 கி
ஸீஸத்தின் நிறை ...	2·017 கி	1·688 கி	2·100 கி
1 கிராம் ஸீஸத்துடன் சேரும் பிராண வாயுவின் நிறை	0·0775 கி (3)	0·155 கி (6)	0·103 கி (4)

1 கிராம் ஸீஸத்துடன் சேரும் பிராணவாயுவின் நிறைகள் மேற்கண்ட பிராணைகளில் 3 : 6 : 4 என்ற விகிதத்திலிருக்கின்றன.

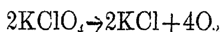
பாக்கிய ஜனகமும் பிராணவாயுவும் சேர்ந்து ஐந்து பிராணைகளைக் கொடுக்கின்றன. அவைகளின் அமைப்பை அடியிற்கண்ட விவரப்படி கவனிப்போம் :—

	பாக்கியச பிராணை N_2O	பாக்கியபிக பிராணை NO	பாக்கியஜனக த்ரி-பிராணை N_2O_3	பாக்கியஜனக பர-பிராணை NO_2	பாக்கியஜனக பஞ்ச பிராணை N_2O_5
பாக்கியஜனகம்-நூற்றுப்பகுதி	63·7	46·7	36·9	30·5	25·99
பிராணவாயு—நூற்றுப்பகுதி	36·3	53·3	63·1	69·5	74·01
பாக்கியஜனக நிறை	1 கி.	1 கி.	1 கி.	1 கி.	1 கி.
பிராணவாயு நிறை	0·57 கி.	1·14 கி.	1·71 கி.	2·29 கி.	2·85 கி.
விகித நிறை—முழு எண் அளவில்	1	2	3	4	5

இன்னும் நிறைதெரிந்த ஒரு மூசையில் பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜத்தையும் $KClO_3$, மற்றொரு நிறைதெரிந்த மூசையில் பொட்டாஸிய-பர-ஹரிதகிகஜத்தையும் $KClO_4$ எடுத்து அவற்றை மறுபடியும் நிறுத்து எடுத்துக்கொண்ட உப்புக்களின் நிறைகளைக் கண்டுகொள். மூசைகள் ஒவ்வொன்றையுங் கவனமாகச் சூடுசெய். மேற்படி இரண்டு உப்புக்களும் பிராணவாயுவை இழந்து பொட்டாஸிய-ஹரிதகையாக KCl மாறி நிற்கும். சிறிது நேரஞ்சென்ற பிறகு, மூசைகளைக் குளிரவிட்டு நிறுக்கவும். அவற்றை மறுபடியும் முன்போலச் சூடுசெய்து குளிரவிட்டு நிறுக்கவும். தொடர்பாக இரண்டு தடவைகளிலும் வித்தியாசமில்லாத நிறை காணப்படும்வரை மேற்கண்டவாறு சூடிட்டுக் குளிர்வித்து நிறுக்கவும். உப்புக்கள் முற்றிலும் விகாரித்துப் பொட்டாஸிய-ஹரிதகையாக மாறிவிட்டன என்பதை இம்மாறு நிறைகள் குறிக்கும். கடைசியிற் கண்ட நிறைகளிலிருந்து ஒவ்வோர் உப்பும் இழந்த நிறை தெரியவரும். அந்நிறை வெளியேறிய பிராணவாயுவின் நிறையைக் குறிப்பதாகும். மேற்கண்ட நிறைகளிலிருந்து ஒரு கிராம் பொட்டாஸிய-ஹரிதகையுடன் அவ்விரு உப்புக்கள் ஒவ்வொன்றிலும் கூடியிருக்கும் பிராணவாயுவின் நிறையைக் கண்டுபிடிக்க, அது 3 : 4 என்ற விகிதத்திலிருக்கக் காண்பாய்.



$$2KClO_3 \rightarrow 2KCl + 3O_2$$



$$2KClO_4 \rightarrow 2KCl + 4O_2$$

குணன தாரதர நியாயத்தை மேற்கண்டவாறு சோதனைச் சாலையில் எளிதில் நிரூபிக்கலாம்.

திட்டப்பிரமாண விதிக்கு விரோதமாகப் பல பிரமாணங்களில் பொருள்கள் ஐக்கியமாகின்றன என்று தோன்றுகிறதல்லவா? இந்த "விதி-விரோதம்" தோற்றமே யொழிய உண்மையன்று. பிரகிருதியில் ரஸாயனச் சேர்க்கைப்பொருள்கள் கண்டபடியும், தற்செயலாகவும்

நியாயவரம்புக்குக் கட்டுப்படாமலும் உண்டாவதேயில்லை. அவை விதிக்கேற்றவாறே உண்டாகின்றன. ஓர் ஐக்கியப் பொருள் சம்பந்தப்பட்டமட்டில் திட்டப்பிரமாணவிதிக்கேற்றவாறே தனிப்பொருள்கள் ஐக்கியமாகின்றன. குணன தாரதர நியாயமே டால்டன் பரமாணு-வாதத்திற்கு அடிப்படையாக இருந்தது.

உஷ்ண ரஸாயன சாஸ்திரம் (Thermo-chemistry)

ரஸாயன விகாரங்களுக்கு உதவியாகவும் ரஸாயன விகாரங்களின் விளைவுகளிலொன்றாகவும் இருப்பது உஷ்ணம் என்று பலதடவைகளிற் காட்டியிருக்கிறோம். அப்ஜனகம் பிராணவாயுவில் எரியும்பொழுது அதிகச் சூடு வெளிப்படுகிறது. "சக்தி அவிநாசத்வ"[1] (Law of Conservation of Energy) நியாயப்படி, சக்தியானது தனிப்பொருள்களில் சேர்க்கைப் பொருள்களிலிருப்பதைவிட அதிக நிலையிலிருக்கிறதென்றும், ரஸாயன விகாரங்களில், ரஸாயன சக்தி, அதற்குச் சமமான உஷ்ண சக்தியாக மாறுகிறதென்றும் சங்கல்பித்துக்கொள்ளவேண்டியிருக்கிறது. சௌகரியத்தின்பொருட்டு நாம் பிரதிகாரகங்கள் அணு-பார எடைகளில் விகாரிக்கும்பொழுது ஏற்படும் உஷ்ண அளவுகளையே தெரிவிக்கிறோம். விகாரங்களிற் சூடு வெளிப்பட்டால், அவைகளை "உஷ்ணம் வெளியிடும் விகாரங்கள்" அல்லது "அனல்விடும் மாற்றங்கள்," (Exothermic Reactions) என்றும் விகாரங்களிற் குளிர்ச்சி வெளித்தோன்றினால் அவற்றை, "உஷ்ணமுட்கொள்ளும் விகாரங்கள்" அல்லது "அனல் பருகும் மாற்றங்கள்"

[1] பொருள் நசித்தழியுங்கால் சக்தி உற்பத்தியாகிறது என்பது தற்கால ஆராய்ச்சிகளிலிருந்து வெளியாகிறது. பொருள் வேறாகவும் சக்தி வேறாகவும் கருதி, பொருளழியாமை, சக்தி அழியாமை என்று நியாயங்களைத் துண்டுபடுத்திப் பேசுவதில் பல இடையூறுகள் உள. அவற்றை ஒரே நியாயத்திற்குட்படுத்தவேண்டும் என்பதே இந்நாள் விக்ஞானிகளின் எண்ணம்.

(Endothermic Reactions) என்றுஞ் சொல்லுகிறோம். வெளிவரும் உஷ்ணத்தை + குறிகொண்டும், உட்கொள்ளும் உஷ்ணத்தை — குறிகொண்டும் காட்டுகிறோம். உதாரணம்:—$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2 + 2 \times 23,000$ தாபாங்கங்கள் (Calories).

இச்சமீகரணம், காட்டுவது என்னவென்றால், 68 கி. அப்ஜனக-பர-பிராணை, தண்ணீராகவும் பிராணவாயுவாகவும் விபாகிக்கும்பொழுது 46,000 தாபாங்கங்களை வெளியிடும் என்பது. 68 கி. அப்ஜனக-பர-பிராணையில், விபாகத்தின் விளைபொருள்களிலுள்ளதைவிட 46,000 தாபாங்கங்கள் அதிகமாகச் சேர்ந்திருக்கின்றன என்று வெளியாகிறது. இது "உஷ்ணம் வெளியிடும் விகாரம்"

அப்ஜனக-ஹரிதகை (Hydrogen Chloride) விபாகிக்கும்பொழுது, உஷ்ணம் சோஷிக்கப்படுகிறது. இது "உஷ்ணம் உட்கொள்ளும் விகாரம்."



$$2HCl \rightarrow H_2 + Cl_2 - 44,000 \text{ தா.}$$

73 கிராம் அப்ஜனக-ஹரிதகை 2 கி. அப்ஜனகமாகவும், 71 கிராம் ஹரிதகமாகவும் பிரியும்பொழுது 44,000 தாபாங்கங்கள் உட்கொள்ளப்படுகின்றன. விகாரத்தின் விளைபொருள்களோடிணங்கிய உஷ்ண சக்தியைவிட அப்ஜனக-ஹரிதகையின் உஷ்ண-சக்தி, 44,000 தாபாங்க அளவு குறைந்ததாயிருக்கும்.

சக்தி அவிநாசத்வ நியாயத்தின்படி ரஸாயன விகாரத்தில் ஓரளவு உஷ்ணம் வெளிப்பட்டால், விளைபொருள்களிலிருந்து மறுபடியும் ஆதிப்பொருள்களையடைய அதே அளவு உஷ்ணத்தை விளைபொருள்களுக்குக் கொடுக்க வேண்டும்.

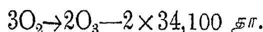


$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl + 44,000 \text{ தா.}$$

அப்ஜனகமும் ஹரிதகமும், ஸம்யோகித்து, அப்ஜனக ஹரிதகையைக் கொடுக்கும் விகாரத்தை மேற்கண்ட

உஷ்ண ரஸாயனச் சமீகரணங் காட்டுகிறது. அம்புமுனை விகாரத்தின் போக்கையும், + குறி அப்போக்கில் உஷ்ணம் வெளிவருமென்பதையும் சுட்டிக்காட்டுகின்றன.

தனிப்பொருள்கள் ஒன்றுசேர்ந்து, ஓர் அணு-பார அளவில் சேர்க்கைப்பொருளைக் கொடுக்கும்பொழுதேற்படும் உஷ்ணத்தையோ குளிர்ச்சியையோ "ஸம்யோக உஷ்ணம்" (Heat of Formation) என்றும், ஓர் அணு சேர்க்கைப்பொருள் பிரிந்து தனிப் பொருள்களாகும்பொழுது ஏற்படும் உஷ்ண விளைவை, "வியோக உஷ்ணம்" (Heat of decomposition) என்றுஞ் சொல்லுவோம். அநேகமாய் ஸம்யோக உஷ்ணம் தன (Positive) நிலையிலேயே உள்ளது. சிலசமயங்களில் அது ருண (Negative) நிலையிலுமிருக்கலாம். உதாரணமாக,



$$3O_2 \rightarrow 2O_3 - 2\times 34{,}100 \text{ தா.}$$



$$C + S_2 = CS_2 - 28700 \text{ தா.}$$

ஸம்யோக உஷ்ணம் தன நிலையிலிருக்குமேயாயின், அந்த ஸம்யோகப்பொருளை "உஷ்ணம் வெளியான சேர்க்கைப் பொருள்" (Exothermic Compound) என்றும், (உ-ம். CO_2, HCl) ஸம்யோக உஷ்ணம் ருண நிலையிலிருக்குமேயாயின் அந்த ஸம்யோகப் பொருளை "உஷ்ணம் உட்கொண்ட சேர்க்கைப் பொருள்" (Endothermic Compound) என்றும் (உ-ம். CS_2, O_3) சொல்லுவோம். இதனால், உஷ்ணம் வெளியான சேர்க்கைப்பொருளைப் பிரிக்க, உஷ்ணத்தை ஊட்டவேண்டுமென்பதும், உஷ்ணம் உட்கொண்ட சேர்க்கைப் பொருள் பிரியும்பொழுது உஷ்ணத்தை வெளியிடும் என்பதும் வெளியாகின்றன.

சிறிதளவு யோசித்துப் பார்த்தால், மற்ற நிலைமைகள் மாறாமலிருக்கும்பொழுது உஷ்ண ஊட்டம் "உஷ்ணம் வெளியிடுஞ் சேர்க்கைப் பொருள்களின்" வியோகத்துக்கும், "உஷ்ணம் உட்கொள்ளுஞ் சேர்க்கைப் பொருள்க

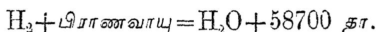
ளின்" ஸம்யோகத்திற்கும் உதவியாயிருக்கிறது என்ற விஷயம் வெளியாகும். இது லீ சாடிலியர் பிரமேயத்தின் (Le Chatelier's Theorem) கருத்து. இதைப்பற்றி மறுபடியும் அப்ஜனக-பாடலகை வியோகத்தினடியிற் கூறுவோம்.

"தகன உஷ்ணம்," (Heat of Combustion) என்பது ஓர் அணு-பாரப்பொருள் (அநேகமாய்ப் பிராணவாயுவில் எரிவதையே குறிக்கும்.) எரிவதால் உண்டாகும் உஷ்ணத்தைக் குறிக்கிறது. வியாபார முறைகளில் எரிபொருள்களின் "தகன உஷ்ண" நிலைகள் அவசியம் தெரியவேண்டும். நிலக்கரிகளிற் பல ரகங்கள் உள. எச்சரக்கு எடைக்கெடை அதிக உஷ்ணத்தைத் தருமோ அதுவே உயர்ந்த சரக்காகும். அதன் தகன உஷ்ணத்திற்கேற்றவாறே அதன் விலையைத் தீர்மானிக்கிறார்கள். நிலக்கரி-வாயு போன்ற எரி வாயுக்களின் விலையும் அவற்றின் தகன-உஷ்ணத்திற்கேற்றவாறே தீர்மானிக்கப்படுகிறது. மேலும், சரீர நூல்களில், நம் சரீரங்களாகிய யந்திரங்களுக்கு, நாம் சாப்பிடும் உணவுப்பொருள்களே, கரித்துண்டுகளாகுமென்று (எரிபொருள்) சொல்லுகின்றனர். நமக்குள் ஒவ்வொருவருக்கும், தினந்தோறும் திட்ட அளவில் உஷ்ணங் கொடுக்கக்கூடிய உணவுப்பொருள் தேவை. உணவுப் பொருள்களின் தகன உஷ்ணந் தெரிந்து, அவரவர்க்கேற்றபடி உணவுப் பொருள்களை அளவிட்டுக் கொடுக்கலாம். யுத்த வீரர்களுக்கு ஆகாரம் இம்முறையிலேயே அளிக்கப்படுகிறது.

"காரமழித்தலுக்குரிய உஷ்ணம்" (Heat of Neutralization) என்பது ஒரு சமான எடை (One Equivalent) அமிலம் (அத்தியாயம் 21) ஒரு சமான எடை க்ஷாரத்தோடு சேரும்பொழுது உண்டாகும் உஷ்ணமாம். சாதாரணமாய், பலமுள்ள அமிலங்களும் க்ஷாரங்களும் மேலே கண்ட அளவில் விகாரிக்க, 13,700 தாபாங்கங்கள் வெளிவரும்.

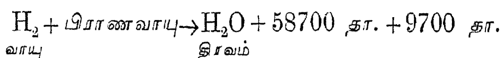
"விலயன உஷ்ணம்" (Heat of Solution) என்பது ஒரு அணுபார வஸ்து அதிக அளவினுள்ள ஒரு திரவத்திற் கரையும்போது உண்டாகும் உஷ்ணமாம். அமோனிய-ஹரிதகை முதலிய உப்புக்களைத் தண்ணீரிற் கரைக்க, அவ் விலயனம் 'ஜில்' என்றாகும். ஏனெனில், அங்கு உஷ்ணம் உட்கொள்ளப்படுகிறது. அவ்வித விகாரங்களில் திரவத்தைச் சூடு செய்ய, உப்புக்கள் எளிதிற்கரையும். ஸோடிய அப்ஜ-பிராணை தண்ணீரிற் கரைய, விலயனம் சூடுள்ளதாக ஆகும். அங்கு திரவத்தைக் குளிரச்செய்ய, அவ்வஸ்து எளிதிற் கரையும்.

ரஸாயன-உஷ்ண-விகாரங்களைச் சமீகரணங்கொண்டு காட்டும்பொழுது விகாரிக்கும் பொருள்கள், விளைபொருள்கள் இவற்றின் ஸ்திதிகளையும், ரஸாயன விகாரங்களில் உண்டாகும் அல்லது மறையும் வாயுக்களையும், அமுக்க நிலைகளையும் குறிக்கவேண்டும். 100°ச-ல் உள்ள தண்ணீருக்கும், நீராவிக்கும் அதனதன் உஷ்ண சக்திகளில் வித்தியாசமுண்டு. உதாரணமாக,



$$H_2 + \text{பிராணவாயு} = H_2O + 58700 \text{ தா.}$$

என்னும் சமீகரணம் (2 கி.) அப்ஜனகவாயு பிராணவாயுவில் எரிய நீராவியும் (18 கி.) 58700 தா. உஷ்ணமும் உண்டாகின்றன என்பதைக் குறிக்கிறது. அங்குண்டாகும் (18 கி) நீராவி திரவ நீராக மாறினால் மொத்தமாக விகாரத்தில் தோன்றும் உஷ்ணம் நீராவியின் கூடோஷ்ணமாகிய 9700 தா. அளவில் அதிகப்படும். எனவே அந்நிகழ்ச்சியைப் பின்வருமாறு குறிப்போம்.



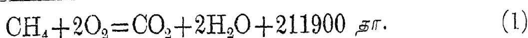
$$\underset{\text{வாயு}}{H_2} + \text{பிராணவாயு} \rightarrow \underset{\text{திரவம்}}{H_2O} + 58700 \text{ தா.} + 9700 \text{ தா.}$$

இச்சோதனைகளின் பயனாக முதன் முதலில் ஹெஸ் (Hess) என்பவர் ஒரு நியாயத்தை வெளியிட்டார். "பல பொருள்கள் திட்டமான நிறைகளில் விகாரிக்குஞ் சமயத்தில் ஒவ்வொரு சோதனையிலும், விகாரத்தில் எடுத்துக்

கொண்ட பொருள்களும், விளையும் பொருள்களும் ஒன்று யிருக்கும்வரை, விகாரத்தின் போக்கு எங்ஙனமிருந்தாலும் விகாரத்திலேற்படும் உஷ்ணம் எப்பொழுதும் ஒரே அளவிலிருக்கும்.''[1] ஓர் உதாரணத்தை எடுத்துக்கொள்ளுவோம் :—

கரி, பிராணவாயுவுடன் ஸம்யோகித்து இங்கால-துவி-பிராணையாக மாறுகிறது. விகாரம் மெதுவாக நடந்தாலும் சரி சீக்கிரமாக முடிந்தாலும் சரி 12 கிராம் கரி முதலில் இங்கால-ஏக-பிராணையாக மாறிப் பின்னால் துவி-பிராணையாக மாறினாலும் அல்லது 12 கிராம் கரியை ஆரம்பத்திலெடுத்து 32 கிராம் பிராணவாயுவுடன் சேரும்படி செய்து, முடிவில் இங்கால-துவி-பிராணையை அடைந்தாலும், 94300 தாபாங்கங்கள் இவ்விகாரமொவ்வொன்றின் முடிவிலும் வெளிப்படும். எரித்தலை மெதுவாக நடத்த, உண்டாகும் உஷ்ணம் மெதுவாக வெளியில் வியாபிக்கும். துரிதமாயெரிக்க, அதிக உஷ்ணந்தோன்றும். ஆனால் மொத்த உஷ்ண-வெளிப்பாடு ஓரளவேதான். இந்நியாயத்தின் முக்கிய உபயோகம் என்னவென்றால், நேராகவும், எளிதிலும் சில விகாரங்களிலேற்படும் உஷ்ண விளைவை, அளவிடமுடியாத சந்தர்ப்பங்களில், அதை வேறு விதமாகக் கணக்கிடலாம் என்பது. உதாரணமாக, 12 கிராம் கரி 4 கிராம் அப்ஜனகத்துடன் ஐக்கியமாகிச் சதுப்பு நில வாயுவைத் (CH_4) தரும் விகாரத்தின் உஷ்ண விளைவை நேராக அளவிடமுடியாது.

[1] *Hess's Law*:—When substances interact in definite quantities, the total heat produced at the end of the transformation is constant and independent of the steps in which the transformation was brought about, so long as the nature and the amounts of the substances reacting and the products formed are the same.

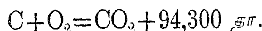


$$CH_4+2O_2=CO_2+2H_2O+211900 \text{ தா.} \quad (1)$$

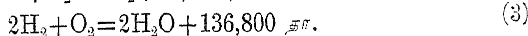
அல்லது



$$CH_4 \rightarrow C+2H_2+X \text{ தா.} \quad (2)$$



$$C+O_2=CO_2+94{,}300 \text{ தா.}$$



$$2H_2+O_2=2H_2O+136{,}800 \text{ தா.} \quad (3)$$

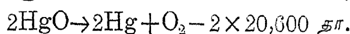
1-வது விகாரத்திலேற்பட்ட உஷ்ண விளைவு (2), (3)-வது விகாரங்களில் விளைந்த உஷ்ணத்திற்குச் சமமாம் (ஹெஸ் நியாயம்) என்பதிலிருந்து X-ஐக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

$$211900 \text{ தா.} = X + 94300 + 136800.$$
$$X = -19200 \text{ தா.}$$

சதுப்புநில வாயு தனிப்பொருள்களாகப் பிரியும் பொழுது 19200 தா. உஷ்ணம் உட்கொள்ளப்படுவதால், தனிப்பொருள்கள் சேர்ந்து சதுப்பு நிலவாயு உண்டாகும் பொழுது அதே அளவு உஷ்ணம் வெளிப்படும். சதுப்பு நில வாயு "உஷ்ணம் வெளியிட்ட சேர்க்கைப்பொருள்."

ரஸாயன-விகாரத்திற்கும், விகார உஷ்ணத்திற்குமுள்ள சம்பந்தம்

ரஸாயன விகாரங்களை இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம் :—(1) சோதனை நிலைகளில் விகாரம் வலியதாயிருக்கலாம். அல்லது, ஆரம்பிக்கப்பட்டபின் தானாகவே செல்லலாம். (2) வெளிச்சக்தியால் தூண்டப்பட்டுக்கொண்டிருக்குஞ் சமயங்களிலேயே விகாரம் நடக்கும். உதாரணம் :—(i) அப்ஜனகமும் பிராணவாயுவும் கொளுத்திவிடப்பட்டவுடனேயும், மின்பொறிகளால் தாக்கப்பட்டவுடனேயும் வெடியுடன் வீரியமாயொன்று சேருகின்றன. (ii) இரஸ-செந்தூரமும் பொட்டாஸிய ஹரிதகிகஜமும் பிரிந்து விகாரிக்கச் சூடேட்டிக்கொண்டே இருக்கவேண்டும். இரஸ-செந்தூரம் பிரிவது "உஷ்ணம் உட்கொள்ளும்-விகார" வர்க்கத்தைச் சேர்ந்தது.



$$2HgO \rightarrow 2Hg+O_2-2\times 20{,}600 \text{ தா.}$$

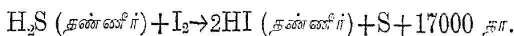
ஆகையால்தான் சூடேட்டவேண்டியிருக்கிறது. எனவே விகாரத்தில் எத்திசையிற் சூடு வெளிவருமோ அத்திசையிலேதான் விகாரம் சென்றுகொண்டிருக்கும். அதாவது, உஷ்ணம் வெளியிடும் விகாரங்கள் யாவும், தாமாகவும், வலியவாகவுஞ் செல்லும். இந்த அநுமானம் மொத்தமாய்ப் பல விகாரங்களுக்குரியதாய் இருக்கிறது. மாறுபாடான சில விகாரங்களுமுண்டு. ஆனால், அவைகளை இங்கே கவனித்து விவகரிக்க இடமில்லை.

உஷ்ண முட்கொள்ளும் விகாரங்களும், அல்லது, அற்ப அளவிலே உஷ்ணம் வெளியிடும் விகாரங்களும், சாதாரண நிலைமைகளில் அதிக மெதுவாக நடந்தபோதிலும், வேறு விகாரத்துடன் சேர்த்து நடத்தப்படின் நன்றாய் நடக்கும். முடிவாக விகாரம் அதிக உஷ்ணத்தை வெளியிடுவதாய் இருக்கும். ஈரமற்ற அப்ஜனக-கந்தகையை (Hydrogen sulphide) ஈரமற்ற பாடலகத்தின்மேல் சோதனைச்சாலை உஷ்ண நிலையிற் செலுத்த, விகாரம் நடப்பதில்லையென்றே சொல்லவேண்டும். இது உண்மையில் உஷ்ண முட்கொள்ளும் விகாரம்:—



$$H_2S + I_2 = 2HI + S - 7300 \text{ கா.}$$

ஆனால், பாடலகத்தைத் தண்ணீரில் தொங்கச்செய்து, அத்தண்ணீர் வழியாக அப்ஜனக-கந்தகையைச் செலுத்த, விகாரம் எளிதில் நடந்து பாடலகம் தண்ணீரில் மறைந்து அப்ஜனக-பாடலகையும் (விலயனம்) கந்தகமும் உண்டாகும்.



$$H_2S \text{ (தண்ணீர்)} + I_2 \rightarrow 2HI \text{ (தண்ணீர்)} + S + 17000 \text{ கா.}$$

மொத்த விகாரம் உஷ்ணம் வெளியிடுந்தன்மையில் இருப்பதால் விகாரம் எளிதிற் செல்லுகிறது. ஏன்? விகாரத்தின் விளைவுகளிலொன்றாகிய, அப்ஜனக-பாடலகை தண்ணீரிற் கரையும்பொழுது, உஷ்ணத்தை வெளிவிடு

அத்தியாயம் 12

பரஸ்பர-தராதர-நியாயமும் சமான எடைகளை நிர்ணயித்தலும்

(Law of Reciprocal Proportions and Determination of Equivalent Weights)

1810-ம் வருஷத்திலிருந்து 1812-ம் வருஷம் வரையில் பெர்ஸீலியஸ் (Berzelius) என்ற ரஸாயன நிபுணர் பல பொருள்களின் சங்கலனத்தை அதிக ஜாக்கிரதையுடன் கண்டுபிடித்துத் தனிப்பொருள்கள் ஒன்றோடொன்று சேரும் பரிமாணங்களையும் அளவிட்டு அச்சோதனைகளின் பயன்களை வெளியிட்டார். 100 எடை இரும்பும், 230 எடை தாமிரமும், 381 எடை ஸீஸமும் 29·6 எடை பிராணவாயுவுடனாவது 58·73 எடை கந்தகத்துடனாவது சேர்கின்றன என்பதை அச்சோதனைகளின் பயனாக அறிந்தார். ஆகையால் கந்தகமும், பிராணவாயுவும் சேருமேயாயின் 58·73 எடை கந்தகம் 29·6 எடை அல்லது அதன் குணித அல்லது அம்ச குணித (Multiple or Submultiple) எடைப் பிராணவாயுவோடுதான் சேர வேண்டுமென்று யூகித்துச் சோதனைசெய்துபார்த்தார். 58·73 எடை கந்தகம் 57·45 எடை பிராணவாயுவுடன் ஐக்கியமாகிறது என்பதைக் கண்டார். இங்கு பிழை, சோதனைக்குரிய பிழைக்கு அதிக அளவிலே இருக்கிறதென்று எண்ணலாம். ஆனால், இந்நாளில் திருத்தமான சோதனைகளாற் கணக்கிடப்படும் பிரமாணங்கள் விதிக்கேற்றபடியே இருக்கின்றன.

பெர்ஸீலியஸ் சோதனைசெய்ய ஆரம்பித்ததற்கு 20 வருஷங்களுக்கு முன்னமேயே ரிக்டர் (Richter) என்

பவர் அமிலங்களும் க்ஷாரங்களும் திட்டமான அளவுகளில் மேற்சொல்லியவண்ணமே சேர்ந்து விகாரிக்கின்றன என்பதைக் கண்டார்.

இச்சோதனைகளின் பயனைப் பின்வரும் விதி நியமிக்கப்பட்டது:—"இஷ்டமான ஒரு மூலப்பொருளைப் பிரமாணமாகச் சங்கல்பித்துக்கொள்ள, அம்மூலப் பொருளின் திட்டமான ஒரே எடையுடன் விகாரித்துச் சேரும் மற்ற தனிப்பொருள்களின் எடைகள் அல்லது அவைகளின் குணிதங்கள் அல்லது அம்ச குணிதங்கள் அத்தனிப் பொருள்கள் ஒன்றோடொன்று சேர்ந்து விகாரிக்கும் எடைகளையும் அறிவிக்கின்றன." இவ்விதியே "ரிக்டருடைய பரஸ்பர-தாரதர-நியாயம்" என்று சொல்லப்படுகிறது.[1] "அ" என்ற வஸ்துவும் "ஆ" என்ற வஸ்துவும் "இ" என்ற வஸ்துவுடன் சேருமேயானால், "அ" என்பது "ஆ" என்பதுடன், அவ்விரண்டும் "இ" யுடன் சேர்ந்த அளவிலேயோ அல்லது அவ்வளவின் குணித அல்லது அம்ச குணித அளவிலேயோதான் சேரும்.

ஆகையால், திட்டப் பிரமாண விதி குணனப் பிரமாணவிதி, பரஸ்பர ஸம்யோக விதி என்னும் இவைகள் எல்லாம் பிரகிருதியின் அழகையும் ஒற்றுமையையும் காண்பிக்கின்றனவல்லவா?

சமான எடை (Equivalent Weight)

தனிப்பொருள்களின் சமான எடைகளைக் கண்டுபிடிக்க அவற்றுள் ஏதாவது ஒன்றைப் பிரதானமாக எடுத்துக்கொள்ளவேண்டுமென்றோ? வெகுநாள்வரையில், அப் ஜனகத்தையே பிரதானமாயெடுத்து, அதன் எடையை

[1] *Richter's Law of Reciprocal Proportions*:—'The weights, multiple or submultiple, of the various elements which react with a certain fixed weight of some other element taken arbitrarily as the standard also react with one another.'

ஒன்றென்று சங்கற்பித்துக்கொண்டார்கள். அப்ஜனகம் சேர்ந்த பல ஐக்கியப்பொருள்களில் தண்ணீரையும் அப்ஜனக-ஹரிதகையையும் எடுத்துக்கொள்வோம். ஒரு எடை அப்ஜனகத்துடன் 7·94 எடை பிராணவாயுவும் 35·18 எடை ஹரிதகமும் ஐக்கியமாகின்றன. ஆகையால், பிராணவாயுவின் சமான எடை 7·94 என்றும், ஹரிதகத்தின் சமான எடை 35·18 என்றும் சொல்லுவோம். ஆனால், இப்பொழுது பல காரணங்களால் பிராணவாயுவைப் பிரதானமாக எடுத்துக்கொண்டு அதன் சமான எடையை 8·00 என்று ரஸாயன சாஸ்திரிகள் யாவரும் ஒப்புக்கொண்டிருக்கிறார்கள். இன்னும் சில வஸ்துக்களின் நூற்றுப் பகுதி சங்கலனத்தைக் கவனித்து, அவைகளிலுள்ள தனிப் பொருள்களின் சமான எடைகளைக் கணக்கிடுவோம்.

	பொருள்	சங்கேதம்	நூற்றுப் பகுதி சங்கலனம்	சமான எடை O=8·00
1	தண்ணீர் (Water)	H_2O	H=11·18 O=88·81	H=1·008
2	சிலக-துவி-பிராணை (Silicon-dioxide)	SiO_2	Si=49·63 O=53·07	Si=7·07
3	அப்ஜனக-ஹரிதகை (Hydrogen Chloride)	HCl	H=2·76 Cl=97·23	H=1 008 Cl=35·46
4	மாக்னீஸிய-ஹரிதகை (Magnesium Chloride)	$MgCl_2$	Mg=25·53 Cl=74·47	Mg=12·16
5	இரஜத-ஹரிதகை (Silver Chloride)	AgCl	Ag=75·26 Cl=24·74	Ag=107·88
6	இரஜத-காசாதை (Silver fluoride)	AgF	Ag=70·05 F=29·95	F=19·0

பிராணவாயுவைப் பிரதானமாக வைத்து 8 எடை பிராணவாயுவுடன் சேரும் தனிப்பொருள்களின் எடைகளைக் கணக்கிட, அப்ஜனகத்தின் எடை 1·008 என்று ஏற்படுகிறது. சிலகத்தின் சமான எடை 7·07. 1·008 எடை

அப்ஜனகம் 35·46 எடை ஹரிதகத்துடன் சேருவதால், ஹரிதகத்தின் சமான எடை 35·46. 35·46 எடை ஹரிதகம் 12·16 எடை மாக்னீஸியத்தோடும், 107·88 எடை இரஜதத்தோடும் சேருவதால் மாக்னீஸியம், இரஜதம் இவைகளின் சமான எடைகள் முறையே 12·16, 107·88. 107·88 எடை இரஜதம் 19 எடை காசாதத்துடன் சேருவதால் காசாதத்தின் சமான எடை 19.

பிராண வாயு	அப்ஜ னகம்	சிலகம்	ஹரி தகம்	இரஜ தம்	மாக்னீ ஸியம்	காசாதம்
8	1·008	7·07	35·46	107·88	12·16	19

இம்மாதிரியாக, நாம் ஒவ்வொரு தனிப்பொருளுக்கும் ஒரு எண்ணை நியமிக்கலாம். இந்த எண்தான் உரிய தனிப்பொருளின் ஸம்யோக-பாரமானம் (Combining weight) அல்லது பிரதிகரிக்கும் பாரமானம் (Reacting weight) அல்லது சமான எடை என்று சொல்லப்படுகிறது. ஆகையால், 1·008 எடை அப்ஜனகத்துடனாவது 8 எடை பிராணவாயுவுடனாவது ஸம்யோகிக்கும் தனிப்பொருளின் எடையே அதன் சமான எடையாம். ஒரு தனிப்பொருள் மற்ற தனிப்பொருளுடன் ஸம்யோகித்து ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட சேர்க்கைப்பொருள்களைக் கொடுக்குமேயானால், அதிக அளவிலுள்ள விகித ஸாம்யம் (Proportion) சமான எடையின் குணிதமாகவேயிருக்கும். பொருள்கள் ஸம்யோகிக்கும்பொழுது அவை அவ்வவற்றின் சமான எடைகளுக்கு ஒத்தவாறே ஸம்யோகிக்கின்றன.

உலோகங்கள் அமிலங்களிலிருந்து அப்ஜனகத்தை விலக்கும் என்று தெரிந்துகொண்டோமன்றோ? 1·008 கி. அப்ஜனகத்தை விலக்க 32·69 கி. நாகம் அல்லது 12·16 கி. மாக்னீஸியம் அல்லது 9·0 அலுமீனியம் தேவையாகவிருக்கும். இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்திலிருந்து 32·69 கி. நாகமோ அல்லது 12·16 கி. மாக்னீஸியமோ 107·88 கி. இரஜதத்தை விலக்கும். ஆகையால், 107·88 கி.

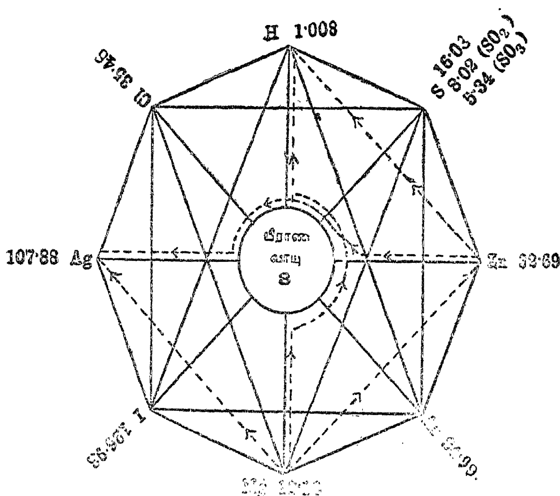
இரஜதம் 1·008 கி. அப்ஜனகத்தை விலக்கச் சக்தி வாய்ந்த தாக இருக்கவேண்டும். இன்னும் 32·69 கி. நாகம் 31·79 கி. தாமிரத்தைத் துத்த-விலயனத்திலிருந்து (Copper Sulphate Solution) விலக்கும். ஆகையால் 1·008 கி. அப்ஜனகத்தை விலக்குவதற்கு 31·79 கி. தாமிரம் வல்லமையுள்ளதாக இருக்கவேண்டும். 1·008 கி. அப்ஜனகத்தை விலக்குவதற்கு வேண்டிய வல்லமையில் 32·69 கி. நாகமும், 107·88 கி. இரஜதமும், 31·79 கி. தாமிரமும்.........சமானமாய் இருக்கவேண்டும். ஆனதுபற்றியே, இவ்வெண்களுக்கு ரஸாயன சமான எடைகள் என்று பெயர்வந்தது.

தாமிரமும் இரஜதமும் அமிலங்களிலிருந்து அப்ஜனகத்தை விலக்கமாட்டா. ஆனால் அப்ஜனகத்தை விலக்கும் சில உலோகங்கள், இவைகளை இவைகளின் விலயனங்களிலிருந்து விலக்கும். மேலும், இவை அப்ஜனகம் ஸம்யோகிக்கும் மற்றப் பொருள்களுடன் ஸம்யோகிக்கும். ஆகையால், அங்கிலேகளிலிருந்து அததன் சமான எடையைக் கணக்கிடலாம். இவ்விஷயங்களின் சாரத்தை ஒன்று சேர்த்துச் சுருக்கமாக வரையறுப்போம்.

8 எடை பிராணவாயுவுடனோ அதற்குச் சமானமான எடையுள்ள மற்றத் தனிப்பொருளுடனோ ஸம்யோகிப்பதும் அல்லது 1·008 எடை அப்ஜனகத்துடனாவது அதற்குச் சமான எடையுள்ள மற்றத் தனிப்பொருளுடனாவது ஸம்யோகிப்பதும் அல்லது அவற்றுளொன்றை விலக்குவதுமான ஒரு தனிப்பொருளின் எடையைக் குறிக்கும் எண்ணே அதன் ரஸாயன சமான எடையாம்.[1]

[1] The chemical equivalent of an element, (or the combining weight or the reacting weight as it is also called) is a number representing the mass of the element which combines with 8 parts by weight of oxygen or the weight of any other element equivalent to 8 parts by weight of oxygen or which unites with or displaces 1·008 parts by weight of hydrogen or the weight of any other element equivalent to 1·008 parts by weight of hydrogen.

சமான எடையென்பது வெறும் எண்ணே. அது நாம் எடுத்துக்கொள்ளும் அளவுமுறையைப் பொறுத்ததாகும். உதாரணமாக 1·008 கிரெயின் நிறையுள்ள அப்ஜனகம் 8·00 கிரெயின் நிறையுள்ள பிராணவாயுவுடன் ஒன்று சேர்ந்து தண்ணீராகும். அல்லது 1·008 அவுன்ஸ் அல்லது 1·008 வீசை அல்லது 1·008 டன் நிறையுள்ள அப்ஜனகம் முறையே 8·00 அவுன்ஸ் அல்லது 8·00 வீசை அல்லது 8·00 டன் நிறையுள்ள பிராணவாயுவுடன் ஒன்று சேர்ந்து தண்ணீராக மாறும்.



——— ஸம்யோகத்தைக் குறிக்கிறது.

- - -→ - - -→ விலக்குதலைக் குறிக்கிறது.

107·88 கி. இராஜதம் ரஸாயன முறையில் செய்யும் வேலையை 32·69 கி. நாகம் செய்யும். அவ்வேலையை 1·008 கி. அப்ஜனகமும் 16·03 கி. கந்தகமும் செய்யும்.

ஆகையால் ரஸாயன சாஸ்திரி 1·008 கி. அப்ஜனகமும், 16·04 கி. கந்தகமும், 107·88 கி. இரஜதமும், 3 கி. கரியும் ரஸாயன சம்பந்தமாக சமமென்றே கருதுவார்.

குணனப் பிரமாண விதியைப் படித்தபொழுது ஒரு தனிப்பொருள் மற்றத் தனிப்பொருளுடன் பல விகிதங்களில் ஸம்யோகிக்கின்றது என்று கவனித்தோமல்லவா?

வங்கம் (Tin) பிராணவாயுவுடன் ஸம்யோகித்து இரண்டு பிராணைகளையும், ஹரிதகத்துடன் ஸம்யோகித்து இரண்டு ஹரிதகைகளையும் கொடுக்கிறது.

(1) வங்கச-பிராணை
வங்கச-ஹரிதகை } 118·7 கி. வங்கம் 16 கி. பிராணவாயுவுடனாவது 70·92 கி. ஹரிதகத்துடனாவது ஸம்யோகிக்கிறது.

ஆகையால் வங்கத்தின் சமான எடை (வங்கச நிலையில்) = 59·35.

(2) வங்கிக-பிராணை
வங்கிக-ஹரிதகை } 118·7 கி. வங்கம் 32 கி. பிராணவாயுவுடனாவது 141·84 கி. ஹரிதகத்துடனாவது ஸம்யோகிக்கிறது.

ஆகையால் வங்கத்தின் சமான எடை (வங்கிக நிலையில்) = 29·68.

அதேவிதமாக இரும்பின் ஸம்யோகத்தைக் கவனிக்க :—

அயச-பிராணை
அயச-ஹரிதகை } 55·84 கி. இரும்பு 16 கி. பிராணவாயுவுடனாவது 70·92 கி. ஹரிதகத்துடனாவது ஸம்யோகிக்கிறது.

∴ அயச அயத்தின் சமான எடை = 27·92.

அயிக-பிராணை
அயிக-ஹரிதகை } 111·68 கி. இரும்பு 48 கி. பிராணவாயுவுடனாவது 106·38 கி. ஹரிதகத்துடனாவது ஸம்யோகிக்கிறது.

∴ அயிக அயத்தின் சமான எடை = 18·61.

இம்மாதிரியே கணக்கிட, இரச-இரஸத்தின் (mercurous mercury) சமான எடை 200·6 என்றும், இரசிக-

இரஸத்தின் (mercuric mercury) சமான எடை 100·3 என்றும், பாஸ்வரத்திற்கு 10·34, 6·21 என்பவை சமான எடைகள் என்றும், பாக்கியஜனகத்திற்கு 2·8, 3·5, 4·67, 7, 14·01 என்பவை சமான எடைகள் என்றும் காண்போம். மேலும் ஒரு தனிப்பொருளின் சமான எடை, அது எப்பொருளுடன் ஸம்யோகிக்கிறதோ, அதைப் பொறுத்து இருக்கிறது. கந்தகத்தின் சமான எடை என்ன? 32·06 கி. கந்தகம் 2 × 1·008 கி. அப்ஜனகத்துடன் ஸம்யோகிப்பதால் அதன் சமான எடை 16·03 கி. அதே எடை கந்தகம் 32 கி. பிராணவாயுவுடனும் 48 கி. பிராணவாயுவுடனும் ஸம்யோகித்து முறையே கந்தக-துவி-பிராணிதையும் (SO_2) கந்தக-த்ரி-பிராணிதையும் (SO_3) கொடுக்கிறது. ஆகையால் அதன் சமான எடைகள் முறையே 8·02 ஆகவும் 5·34 ஆகவும் இருக்கின்றன.

ஆகையால் ஸம்யோகத்தைப் பொறுத்தவாறு ஒரு தனிப்பொருளுக்குப் பல சமான எடைகள் இருக்கலாம். ஆகையால் சமான எடை மூலப்பொருளை ஒட்டித்தானிருக்கிறது என்று எல்லாச் சமயங்களிலுஞ் சொல்லமுடியாது. ஆனால், சமான எடை, தனிப்பொருள் அமைந்துள்ள ஐக்கியப்பொருளைப் பொறுத்துத்தான் இருக்கிறது.

சமான எடைகளைக் கண்டுபிடித்தல்

(1) அமிலங்களிலிருந்து அப்ஜனகத்தை விலக்கிக் கணக்கிடும் முறை :—

இம்முறை எல்லாத் தனிப்பொருள்களுக்கும் ஏற்றதன்று. உலோகமற்ற தனிப்பொருள்கள் அமிலத்திலிருந்து அப்ஜனகத்தை விலக்கா. மேலும், எல்லா உலோகங்களும் அப்ஜனகத்தை அமிலங்களிலிருந்து விலக்குஞ் சக்தி வாய்ந்தனவல்ல. ஆகையால் இம்முறை, எந்த உலோகங்கள் அமிலங்களிலிருந்து அப்ஜனகத்தை விலக்குமோ அவைகளுக்கே உரியது. "தனிப்பொருளின் சமான எடை" என்ற வரையறையின் (Definition)

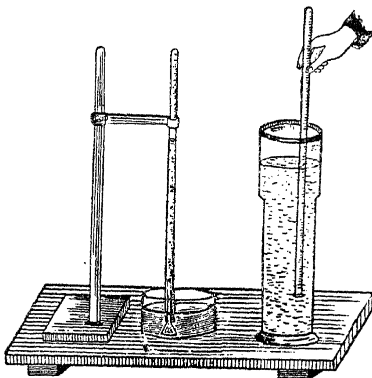
வியாக்கியானம் என்ன கூறுகிறது? 1·008 எடை அப்ஜன கத்தை விலக்கக்கூடிய உலோகத்தின் எடையைக் குறிக்கும் எண்ணே அதன் சமான எடை என்பதாம். 1·008 கி. அப்ஜனகம் திட்ட-உஷ்ண-அமுக்க நிலையில் (N. T. P) 11,200 க.ச.மீ. பரிமாணமுள்ளது. ஆகையால் வேண்டிய உலோகத்தை எடுத்து, அதை நிறுத்து, அதை அமிலத்துடன் விகாரிக்கச்செய்து பின் சோதனைச்சாலை-உஷ்ண அமுக்க நிலையில் அதனால் ஏற்படும் அப்ஜனகத்தின் கன பரிமாணத்தை அளவிட்டு, அப்பரிமாணத்தைத் திட்ட உஷ்ண-அமுக்க நிலைக்கேற்றவாறு கணக்கிட்டு, அதன்பின் அத்திட்ட நிலையில் 11,200 க.ச.மீ. அப்ஜனகம் எவ்வளவு நிறை உலோகத்தால் விலக்கப்படும் என்பதைக் கணக்கிடலாம். இந்த எண்ணே உலோகத்தின் சமான எடையாகும்.[1]

சில உலோகங்கள் க்ஷார விலயனங்களிலிருந்து அப்ஜனகவாயுவை விலக்கவல்லவை என்று முன்பு கண்டோம். அவ்வித உலோகங்களைக்கொண்டு க்ஷார விலயனங்களிலிருந்து அப்ஜனகத்தை விலக்கிச் சேகரித்து மேற்கூறிய வண்ணம் அவ்வுலோகங்களின் சமான எடைகளைக் கணக்கிடலாம்.

சோதனை :—66-வது படத்திற் காட்டியபடி, தட்டை அடியுள்ள ஒரு கண்ணாடித் தொட்டியையோ, பீங்கான் தொட்டியையோ எடுத்து அதில் தண்ணீர் வார். ஒரு சிறிய கண்ணாடிப்புனலை எடுத்து, அதில் வேண்டிய அளவிற் கண்ணாடி- நூலைக் (Glass-Wool) கொண்டு சிறு குழாய் பிரியுமிடத்தில் அடைத்துத் தண்ணீரில் அமுக்கு. கனபரிமாணத்தைக் காட்டும் கோடிட்ட குழாயை எடுத்து, அதில் தண்ணீரை வழியும் வரையில் நிரப்பி, அதன் வாயைக் கட்டைவிரலால் அமுக்கித் தலைகீழாகக் கவிழ்த்துத் தண்ணீருக்குள் வாயைத் தாழ்த்தி, விரலை எடுத்துவிட்டுப் புன

[1] தி.உ.அ. நிலையில் ஒரு லீட்டர் அப்ஜனகத்தின் நிறை 0.0896 கி. உண்டாகும் அப்ஜனகத்தின் நிறையை இதிலிருந்து கணக்கிட்டும் சமான எடையை அளவிடலாம்.

வின் தண்டில் அமை. [குழாய்க்குள் காற்றுப் புகாமலிருக்கும்படி கவனித்துக்கொள்.] சுத்தி செய்த மாக்னீஸிய நாடாத்துண்டையோ நாகத்துண்டையோ அலுமீனியத் துண்டையோ (0·1-0·5-கி) வேண்டிய அளவில் எடுத்து அதன் நிறையைக் கண்டுபிடித்து, வெகு ஜாக்கிரதையுடன் அத்துண்டைப் புனலைத்தூக்கி அதற்குள் விட்டுவிடு. சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தையாவது கந்தகிகாமிலத்தையாவது அளவு குழாயைச் சுற்றி வார்த்துக் கவனமாகக் குழாயைச் சற்று இங்குமங்கும் அசை. அமிலம்



அப்ஜனக-விலைக்குமுறையால் சமான எடையை நிர்ணயித்தல்.

படம் 66

தண்ணீருடன் கலந்து உலோகத்துண்டின்மேல் தாக்க, உடனே அப்ஜனகக் குமிழிகள் குழாய்க்குள் மேலே கிளம்பும். அப்ஜனகத்துடன் உலோகத்துண்டும் மேலே கிளம்பா வண்ணம் கண்ணாடி நூல் தடுத்துக்கொள்ளும். உலோகம் முழுவதும் கரைந்தபிறகு அளவு-குழாயைப் புனலிலிருந்து கவனமாக விடுவித்து, அதன் வாயைக் கட்டைவிரலால் இறுக்கமாக அடைத்து, அதை வாயகன்ற ஸ்தம்பக் குவளையிலுள்ள தண்ணீருக்குள் அமுக்கி விரலை எடு. அத்தண்

ணீரில் அளவு குழாய் ஐந்து நிமிஷங்களுக்குக் குறையாம லிருக்கவேண்டும். அப்பொழுது அளவு குழாயிலுள்ள அப்ஜனகம், தண்ணீரின் உஷ்ண நிலைக்கு வந்துவிடும். அளவு குழாய்க்குள்ளிருக்குந் தண்ணீர் மட்டமும் வெளியி லிருக்குந் தண்ணீர் மட்டமும் ஒன்றாயிருக்கும்படி அளவு குழாயை வேண்டிய அளவில் நிறுத்தி அப்ஜனகத்தின் பரிமாணத்தை அள. அடியிற் குறிப்பிட்டபடி கணக்கிட்டுச் சமான எடையை அறி.

மாக்னீஸிய நாடாவின் நிறை 0·06 கி.

விலக்கப்பட்ட அப்ஜனகத்தின் பரிமாணம்
=63 க.ச.மீ.

ஸ்தம்பக் குவளைத் தண்ணீரின் உஷ்ணநிலை = 27°ச.

சோதனைச்சாலை அமுக்கநிலை 756·75 ஸ.மீ.

27°ச-க்குரிய நீராவி அமுக்கம் 26·75 ஸ.மீ.

ஆகையால், அப்ஜனகத்தின் அமுக்கம்
= 756·75 − 26·75 = 730 ஸ.மீ.

கனபரிமாணத்தை தி-உ-அ. நிலைக்குக் கொண்டுவர

$$\frac{63 \times 730 \times 273}{760 \times 300} = 55{\cdot}07 \text{ க. ச. மீ.}$$

55·07 க.ச.மீ. அப்ஜனகம் கொடுக்கும் மாக்னீஸியத்தின் நிறை = 0·06 கி.

ஆகையால் 11,200 க.ச.மீ. அப்ஜனகத்தைக் கொடுக்கும் மாக்னீஸியத்தின் நிறை = $\frac{0{\cdot}06}{55{\cdot}07} \times 11{,}200$
= 12·20 கி.

ஆகையால் மாக்னீஸியத்தின் சமான எடை = 12·20
கோட்பாட்டிற்குரிய சமான எடை = 12·16

$$\text{பிழை} = \frac{\cdot 04}{12{\cdot}16} \times 100 = \cdot 33\%.$$

குறிப்பு :—தண்ணீருடன் சம்பந்தப்பட்டமாத்திரத்திலேயே விகாரிக்கும் ஸோடியம் போன்ற உலோகங்களின் சமான எடைகளைக் கண்டுபிடிக்கவேண்டியிருந்தால்,

ஒரு ஸீஸத்தகட்டை நிறுத்து, அதில், புதிதாய் வெட்டிய சுத்தமான ஓர் உலோகத்துண்டை எடுத்துத் தகட்டைச் சுருட்டி, அதிசீக்கிரமாக நிறுத்து, முன்போல் உபகரணத்தை ஜோடித்துச் சீக்கிரமாக ஸீஸச் சுருளைப் புனலுக்குள் விட்டுவிட அவ்வுலோகம் தண்ணீருடன் விகாரிக்கும். அப்ஜனகம் விலக்கப்படும். இவ்வப்ஜனகத்தின் பரிமாணத்தை அளவிட்டு எடுத்த பொருளின் சமான எடையை முன்கூறியவாறே கணக்கிடலாம்.

(2) தனிப்பொருளைப் பிராணையாக்கிக் கணக்கிடும் முறை :—

அநேகத் தனிப்பொருள்களைக் காற்றிலோ, பிராணவாயுவிலோ சூடுசெய்து பிராணைகளாக்கி அவைகளைச் சேகரித்து நிறுப்பதிற் பல அசௌகரியங்களுண்டு. ஆகையால் தெரிந்த நிறையுள்ள உலோகத்தைப் பாக்கிய காமிலத்தைக்கொண்டு பாக்கியமிகஜமாக (Nitrate) மாற்றி, அதைச் சூடுசெய்து, பிராணையாக மாற்றி நிறுத்துக் கணக்கிடலாம்.

சோதனை :—சுத்தமான பீங்கான் மூசையையும் அதன் மூடியையும் நிறு. அதில் சிறிதளவு தாமிரத்தகட்டுத் துண்டுகளை எடுத்து மறுபடியும் நிறு. அஃதுடன் தண்ணீர் கலந்த பாக்கியகாமிலத்தை (1 : 1) வேண்டிய அளவில் வார். நுரையுண்டாகி ஒருவிதச் சிகப்பு வாயு வெளிவரும். தாமிரத் தகடுகள் கரையும். மூசையை அதன் மூடியால், பாதி அளவு மூடிவைக்கவும். அவசியமாயிருந்தால், இரும்பு முக்காலியில் (Tripod) மண் முக்கோணத்தை (Pipe-clay triangle) வைத்து அதில் மூசையை அமைத்துச் சிறிதளவு சூடுகாட்டித் தாமிரம் முழுவதுங் கரைந்தவுடன், மூசை சிறிதளவு திறந்திருக்கும்படி மூடிப் படிப்படியாய்ச் சூடுசெய். விலயனம் கொதித்துத் தெறிக்கும்படி சூடுசெய்யாதே. இதற்கு மூசையைக் கொதிதண்ணீர்த் தொட்டியில் வைத்துச் சூடுசெய். திரவ

மெல்லாம் ஆவியாய்ச் சென்றபிறகு, தாம்ரிக-பாக்கியமிகஜம் (Copper nitrate) தங்கிநிற்கும். அது பொரிந்து, துளிகள் வெளியே சென்றுவிடாமலிருக்கும்படி அதைக் கவனத்துடன் சூடுசெய். இதற்கு மூசையை உஷ்ணக் காற்று உபகரணத்தினுற் (பக்கம் 41) சூடுசெய்தல் நலம். முதலிற் சிறு சூடுகாட்டி, வரவரச் சூட்டை அதிகமாக்கு. பொருள் முற்றிலும் கறுப்பானவுடன் மூசையை முக்கோணத்தில் வைத்து நேராகப் புன்ஸனடுப்பால் சூடுசெய். பின்பு மூசையையும் மூடியையும் ஈரம்வாங்கியிற் குறடு கொண்டு வைத்து, மூசை சோதனைச்சாலையின் உஷ்ண நிலையை அடைந்தவுடன் அதை நன்ருய் மூடி, நிறு. தொடர்ச்சியாய் இரண்டு தடவைகளிலும் ஒரே நிறை காணப்படும்வரை சூடேற்றிக் குளிரச்செய்து, நிறுக்கவும். பிறகு அடியிற்கண்டபடி கணக்கிடவும்.

மூசை மூடி இவைகளின் நிறை = 15·82 கி.

மூசை + மூடி + தாமிரம் — நிறை = 16·34 கி.

மூசை + மூடி + தாம்ரிக-பிராணை நிறை = 16·47 கி.

தாமிரத்தின் நிறை = 0·52 கி.

தாம்ரிக-பிராணை நிறை = 0·65 கி.

(·65 — ·52) 0·13 கி. பிராணவாயு ஸம்யோகித்த

தாமிரத்தின் நிறை = 0·52 கி.

8 கி. பிராணவாயு ஸம்யோகிக்கும் தாமிர நிறை = 32·0 கி.

தாமிரத்தின் சமான எடை = 32.

கோட்பாட்டிற்குரிய சமான எடை = 31·79.

பிழை = 0·21 = ·66%.

இம்முறை வங்கத்தின் சமான எடையைக் கண்டு பிடிக்க மிகவும் உயர்வானது.

தனிப்பொருளை அதன் பிராணையாக மாற்றி மேற் கண்டவாறு அதன் சமான எடையைக் கணக்கிடுவதற்

குப் பதிலாக, எடைதெரிந்த அளவில் ஓர் உலோகப் பிராணையை ஒரு பீங்கான் படகில் எடுத்து அதைத் தக்கைகளும் விடுகுழாய்களும் அமைந்த தகனக் கண்ணாடிக்குழாயில் அமைத்துக் குழாயின் வழியாய் அப்ஜனக வாயுவைச் செலுத்திக்கொண்டே அதைச் சூடுசெய்து அங்குண்டாகும் உலோகத்தை முறைப்படி குளிரவிட்டு நிறுத்துப் பின்வருமாறு அதன் சமான எடையைக் கணக்கிடலாம்.

பீங்கான் படகின் நிறை	= 2·99 கி.
படகு + நிக்கல-பிராணை நிறை	= 3·74 கி.
படகு + நிக்கலம் நிறை	= 3·58 கி.
நிக்கல-பிராணையின் நிறை	= 0·75 கி.
நிக்கலத்தின் நிறை	= 0·59 கி.
0·59 கி. நிக்கலத்துடன் ஸம்யோகித்திருந்த பிராணவாயுவின் நிறை	= 0·16 கி.

நிக்கலத்தின் சமான எடை $\frac{\cdot 59}{\cdot 16} \times 8 = 29{\cdot}5$.

(3) தனிப்பொருளைக் கந்தகையாக மாற்றிக் கணக்கிடும் முறை :—

சோதனை :—எடைதெரிந்த மூசையிற் சிறிதளவு நிக்கலத்தை (Nickel) எடுத்து அதன் நிறையைக் கண்டுபிடி. சுத்தஞ்செய்யப்பட்ட கந்தகத்தைச் சிறிததிக அளவிலேயே சேர்த்து அது தனியே மீதியிருக்காதவரையில் சூடுசெய். முன்போல் ஈரம்வாங்கியில் குளிரச்செய்து நிறு. முன்போல் மறுபடியும் கந்தகத்தைச் சேர்த்துச் சூடுசெய்து குளிர்வித்து நிறு. எடை மாறுதவரையில் அம்முறையைத் திரும்பித் திரும்பிச் செய். பிறகு, மேலே காட்டியபடி 16·03 கி. கந்தகத்துடன் ஸம்யோகிக்கும் நிக்கலத்தினளவைக் கணக்கிட்டு அந்த எண்ணையே அதன் சமான எடையாகக்கொள்.

(4) தனிப்பொருளை ஹரிதகையாக மாற்றிக் கணக்கிடும் முறை:—

தெரிந்த அளவில் உலோகத்தை ஒரு பீங்கான் கிண்ணத்திலெடுத்து, அதன்மேல் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தை வார்த்து, அது முற்றிலுங் கரைந்தபின் திரவம் ஆவியாய்ப் போகும்வரையிற் காய்ச்சி அங்கு உண்டாகும் உலோக ஹரிதகையை நிறுத்து 35·46 கி. ஹரிதகத்துடன் ஸம்யோகிக்கும் எடுத்துக்கொண்ட பொருளின் நிறையைக் கணக்கிட, அத்தொகையே அத்தனிப்பொருளின் சமான எடையாம். அத்தனிப்பொருள் அப்ஜஹரிதகிகாமிலத்திற் கரையாதபக்ஷத்தில், அதை முதலில் பாக்கிய காமிலத்திற் கரைத்து, அந்த விலயனத்துடன் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தைக் கலக்க, ஹரிதகை கரையாப்பொருளாயிருக்குமாயின் அவபதிக்கும். அதைச் சூடுசெய்து திரவத்தை ஆவியாய்ப் போக்கடித்து, மறுபடியும் சிறிதளவு அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தைச் சேர்த்துச் சூடுசெய்து, அங்கு உண்டாகும் ஹரிதகையை நிறுக்கலாம். (வற்ற வைக்குஞ் சமயங்களில் தண்ணீர்த்தொட்டியையோ உஷ்ணக்காற்று உபகரணத்தையோ உபயோகிக்கவேண்டும்.)

கிண்ணத்தின் நிறை	=32·68 கி.
கிண்ணம்+ஸீஸம் நிறை	=33·78 கி.
கிண்ணம்+ஸீஸ-ஹரிதகை நிறை	=34·16 கி.
ஸீஸத்தின் நிறை	=1·10 கி.
ஸீஸ-ஹரிதகையின் நிறை	=1·48 கி.

0·38 கி. ஹரிதகம் ஸம்யோகிக்கும்
ஸீஸத்தின் நிறை =1·1 கி.

∴ 35·46 கி. ஹரிதகம் ஸம்யோகிக்கும் ஸீஸத்தின்

நிறை$=\frac{1\cdot1}{\cdot38}\times35\cdot46=102\cdot65$ கி.

ஸீஸத்தின் சமான எடை	=102·65
கோட்பாட்டிற்குரிய சமான எடை	=103·6
பிழை	=·95=—·92%

உரிய சமயங்களில் எடை தெரிந்த ஓர் உலோக ஹாிதகையை அப்ஜனகங்கொண்டு உலோகநிலைக்கு க்ஷயீ கரித்து அங்குண்டாகும் உலோகத்தை நிறுத்து முன் குறிப்பிட்டபடி சமான எடையைக் கணக்கிடலாம்.

(5) சமான எடை தெரிந்த தனிப்பொருள் கொண்டு மற்றொரு தனிப்பொருளை விலக்கிக் கணக்கிடுதல் :—

ஒரு தனிப்பொருளின் சமான எடை மற்றொரு தனிப்பொருளின் சமான எடையையே விலக்கும். உதாரணம் :—ஒரு நாகத்தகட்டைச் சுத்திசெய்து அதன் நிறையைக் கண்டுபிடி. ஒரு பீங்கான் கிண்ணத்திலுள்ள இரஜத-பாக்கியமிகஜவிலயனத்தில் அதைப் போட்டுக் கண்ணாடிக் கோலினால் அடிக்கடி கலக்கு. நாகம் கரைந்து இரஜதத்தை விலக்கும். பின்பு ஒரு வடிதாளை எடுத்து அதை மற்றொரு வடிதாள்கொண்டு எடைகட்டு. அந்த வடிதாளைப் புனலிலமைத்து இரஜதத்தை வடிகட்டி, இரஜதத்துடன் கரையும் பொருள் சம்பந்தப்பட்டிராதவரையில் இரஜதத்தைச் சுத்தஜலங்கொண்டு கழுவிப் புனலை வடிதாளுடன் காற்றுச்சூளையில் (Air-oven) வைத்து, அது முற்றிலும் உலர்ந்தவுடன் வடிதாளையும் இரஜதத்தையும் நிறுத்து, இரஜதத்தின் நிறையைக் கண்டுபிடி. 32·69 கி. நாகம் எவ்வளவு இரஜதத்தை விலக்குமென்று கணக்கிடு.

நாகத்தின் நிறை $=0{\cdot}16$ கி.
விலக்கப்பட்ட இரஜதத்தின் நிறை $=0{\cdot}53$ கி.

∴ இரஜதத்தின் சமான எடை $=\frac{\cdot 53}{\cdot 16}\times 32{\cdot}69 = 108{\cdot}29$

கோட்பாட்டிற்குரிய சமான எடை $=107{\cdot}88$
பிழை $=0{\cdot}41=0{\cdot}38\%$.

மேற்கண்டவாறு, எடைதெரிந்த நாகத்தையாவது மாக்னீஸியத்தையாவது தாமிர-கந்தகிகஜ விலயனத்துடன் விகாரிக்கச்செய்து விலக்கப்படுந் தாமிரத்தை நிறுத்து அதன் சமான எடையைக் கணக்கிடலாம்.

(6) **பரஸ்பர வியோகமுறை** (By double decomposition):—

இரு சேர்க்கைப் பொருள்கள் ஒன்றோடொன்று சேர்ந்து பரஸ்பரமாய் விகாரிக்குங்கால், அவற்றுள் இரண்டு மூலங்களின் (Radicals) சமான எடைகள் தெரியுமேயாயின் மற்றவைகளின் சமான எடைகளைக் கணக்கிடமுடியும். உதாரணமாக $AgNO_3 + NaCl \rightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$ என்ற விகாரத்தில், இரஜதம், ஹரிதகம் என்பவற்றின் சமான எடைகள் தெரியுமென்று வைத்துக்கொள்ள ஸோடியத்தின் சமான எடையைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

0·45 கி. ஸோடிய-ஹரிதகையைத் தண்ணீரிற் கரைத்து, அவ்விலயனத்துடன் இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்தைச் சிறிது அதிக அளவிற் சேர்த்தபொழுதுண்டான இரஜத-ஹரிதகையை வடிகட்டிக் கழுவி உலர்த்தி நிறுக்க அதன் நிறை 1·10 கி. என்று காணப்பட்டது என்றால் ஸோடியத்தின் சமான எடை என்ன?

(107·88 + 35·46 =) 143·34 கி. இரஜத-ஹரிதகையிலுள்ள ஹரிதகத்தின் நிறை = 35·46 கி.

1·10 கி. இரஜத-ஹரிதகையிலுள்ள ஹரிதகத்தின் நிறை = 0·272 கி.

0·272 கி. ஹரிதகம் 0·45 கி. ஸோடிய-ஹரிதகையிலிருக்கவேண்டும்.

∴ 0·272 கி. ஹரிதகத்துடன் ஸம்யோகிக்கும் ஸோடியத்தின் நிறை = 0·178 கி.

∴ 35·36 கி. ஹரிதகத்துடன் ஸம்யோகிக்கும் ஸோடியத்தின் நிறை $= \frac{\cdot 178}{\cdot 272} \times 35{\cdot}46 = 23{\cdot}19$ கி.

ஸோடியத்தின் சமான எடை = 23·19

(7) **வித்யுத் வியோக முறை** (Electrolysis):—

வித்யுத் வியோக சமயங்களில், மின்துருவங்களில் (electrodes) தோன்றும் தனிப்பொருள்களின் பிரமாணங்

களை அளவிட்டதின் பயனாக மைகேல்பாரடே (Michael Faraday) என்பவர் அடியிற் குறிப்பிட்டுள்ள இரண்டு நியாயங்களையும் வெளியிட்டார்.

(1) விலயனத்திற்குள் மின்சாரம் பாய்ந்துசெல்லும் பொழுது துருவங்களில் தோன்றும் பொருள்களின் பிரமாணங்கள் விலயனத்திற்குள் சென்ற மின்சாரப் பிரமாணத்திற்கு நேர்விகிதஸாம்யமாக இருக்கும்.

(2) ஒரே இடையறாத வித்யுத் மண்டலத்திலமைந்த (Connected in series) விலயனங்களிலிருந்து அவ்வவற்றின் துருவங்களில் தோன்றி வெளிவரும் பொருள்களின் நிறைகள் அவ்வவற்றின் ரஸாயன சமான எடைகளின் விகிதங்களுக்கேற்றவாறே இருக்கின்றன.[1] இரண்டாவது நியாயங்கொண்டு தனிப்பொருளின் சமான எடையைச் சுலபமாகக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

சோதனை :—

1. தண்ணீர் சேர்த்த கந்தகிகாமிலத்தையுடைய ஒரு வோல்டா-மானி (Volta-meter).

2. இரண்டு தாமிர-துருவங்களையும் தாமிர-கந்தகிகஜ விலயனத்தையுமுடைய ஒரு கண்ணாடிப்போகணி.

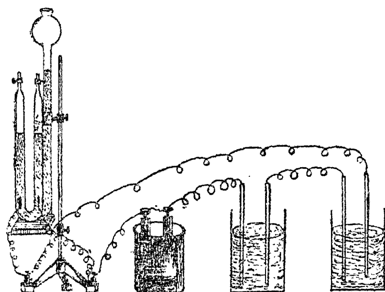
3. இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்தில் இரஜத மேல்துருவம் (Silver anode) பிளாடினக் கீழ்த்துருவம் (Platinum cathode) இவையமைக்கப்பெற்ற ஒரு கண்ணாடிப்போகணி.

---

[1] *Faraday's Laws of Electrolysis:—*

The masses of substances liberated at the electrodes during electrolysis are proportional to (1) the amount of electric current employed and (2) the chemical equivalents of the substances.

இம்மூன்றையும் தாமிரக் கம்பிகள் கொண்டு 67-வது படத்திற் காண்பித்தபடி ஒரு திருப்பியின் (Switch) மூல



சமான எடைகளை வித்யுத் விச்லேஷண முறையால் நிர்ணயித்தல்.

படம் 67

மாக மின் ஆசயத்துடன் இணைக்கவும். மின்சாரத்தைச் செலுத்துமுன் வோல்டாமானியில் முற்றிலும் கந்தகத் திராவகவிலயனத்தை நிரப்பவும். கீழ்த்துருவங்களாகிய தாமிரத்தகடு பிளாடினத்தகடு என்பவற்றினுடைய நிறைகளையும் கண்டுபிடிக்கவும். பின்பு படத்திற் காட்டியபடி ஜோடித்து திருப்பியைத் திருப்பி மின்சாரத்தைச் செலுத்தவும். சிறிதுநேரங்கழித்து திருப்பியைத் திருப்பி மின் சார ஓட்டத்தை நிறுத்தவும். கீழ்த்துருவங்களில் ஏற்பட்ட (1) அப்ஜனகத்தின் பிரமாணத்தையும், (2) தாமிரத் தகட்டின் எடை கூடுதலையும், (3) பிளாடினத் தகட்டின் எடைகூடுதலையும் கண்டுபிடி. கீழ்க்கண்டபடி அததன் சமான எடைகளைக் கணக்கிடு.

(1) 27°ச உஷ்ண, 765 ஸ.மீ. அழுக்கநிலையில் தண்ணீருக்குமேற் சேர்ந்த அப்ஜனகத்தின் பரிமாணம் 103·7 க்.ச.மீ. என்றும், (2) தாமிரக் கீழ்த்துருவத்தின் எடை கூடுதல் 0·260 கி. என்றும், (3) பிளாடினத் துருவத்தின்

எடைகூடுதல் 0·881 கி. என்றும் சோதனையிற் கண்டோமென்று வைத்துக்கொள்வோம். இராஜதத்தின் சமான எடை 107·9 என்று எடுத்துக்கொண்டு அப்ஜனகம் தாமிரம் இவைகளின் சமான எடைகளைக் கணக்கிடுவோம்:—

தி.உ.அ. நிலையில் 1 லீட்டர்

அப்ஜனகத்தின் நிறை $= 0·09$ கி.

27°ச ல் நீராவி-அமுக்கம் $= 26·75$ ஸ.மீ.

அப்ஜனகத்தின் அமுக்கம் $=$

$$765 - 26·75 = 738·3 \text{ ஸ.மீ.}$$

(1) தி. உ. அ. நிலையில் அப்ஜனகத்தின் பரிமாணம் $=$

$$\frac{103·7 \times 738·3 \times 273}{760 \times 300} \text{ க.ச.மீ.}$$

அதன் நிறை $=$

$$\frac{103·7 \times 738·3 \times 273}{760 \times 300} \times \frac{·09}{1000} = 0·008251 \text{ கி.}$$

(2) தாமிரம் விலக்கப்பட்ட அளவு $= 0·260$ கி.

(3) இராஜதம் ,, ,, $= 0·881$ கி.

0·881 கி. இராஜதம் விலக்கப்பட்ட சந்தர்ப்பத்தில் விலக்கப்பட்ட அப்ஜனகத்தின் நிறை $= 0·008251$ கி.

∴ 107·9 கி. இராஜதம் விலக்கப்படும் சந்தர்ப்பத்தில், விலக்கப்படும் அப்ஜனகத்தின் நிறை $=$

$$\frac{·008251}{·881} \times 107·9 = 1·007 \text{ கி.}$$

அப்ஜனகத்தின் சமான எடை $=$ **1·007.**

0·881 கி. இராஜதம் விலக்கப்பட்ட சந்தர்ப்பத்தில், விலக்கப்பட்ட தாமிரத்தின் நிறை $= 0·260$ கி.

107·9 கி. இரஜதம் விலக்கப்படும் சந்தர்ப்பத்தில், விலக்கப்படும் தாமிரத்தின் நிறை=

$$\frac{\cdot 26}{\cdot 881} \times 107\cdot 9 = 31\cdot 85 \text{ கி.}$$

தாமிரத்தின் சமான எடை=**31·85.**

(இவ்வித்யுத் முறைகளைப்பற்றிப் பௌதிக சாஸ்திரம் விரித்துக்கூறும். அச்சாஸ்திரத்தைக் கற்கும்பொழுது இவ்விஷயத்தை நன்கு கவனிக்கவும்.)

மேற்சொல்லிய 7 முறைகளில் ஏதேனுமொன்றை ஏற்றபெற்றிக் கையாளவும்.

மேற்கூறிய முறைகள் உலோகங்களின் சமான எடைகளைக் கண்டுபிடிக்க உரியவை. இம்முறைகளுக்கடிப்படையாக இருக்கும் நியாயம் உலோகமல்லாத தனிப்பொருள்களின் சமான எடைகளைக் கண்டுபிடிப்பதற்கும் உரித்தாயிருந்தும் சோதனை முறையில் அவற்றைக் கண்டுபிடித்தல் சிக்கலானது. ஏனெனில் அவ்விதப் பொருள்களில் அநேகம் வாயு ஸ்திதியிலுள்ளவை. எனவே அவற்றைக் கையாள சாதுர்யமும் கைத்திறமையும் வேண்டும். (1) எடை தெரிந்த தனிப்பொருளை அப்ஜனகத்துடன் ஸம்யோகிக்கச் செய்து அங்குண்டாகும் அப்ஜனகையை நிறுத்தாவது, (2) அப்பொருளை அதன் பிராணையாகவாவது ஹரிதகையாகவாவது மாற்றி நிறுத்தாவது, (3) மேலே குறிப்பிட்ட 6-வது முறைப்படியாவது அப்பொருளின் சமான எடையை அளவிடலாம். இதைப்பற்றிப் பின்னால் உரிய இடங்களில் விவரிப்போம்.

அத்தியாயம் 13

பரமாணுவாதம் (Atomic Theory)

இந்நாளில் ரஸாயன முறைகள் முன்னேறியிருப்பதற்குக் காரணம் பரமாணுவாதமும் அதன் ஆராய்ச்சியின் பயனாக விளைந்த அணு-சங்கலன நியாயமும், அணு அமைப்பு நியாயமுமே. பொருளின் அமைப்பு யாது அவ்வமைப்பிற்கு மூலகாரணம் யாது, என்னும் விஷயங்களை ஆதிநாள்முதற்கொண்டே ஆராய்ச்சிசெய்து, ஒவ்வொரு தேசத்திலும், பலமுடிவுகளுக்குச் சாஸ்திர நிபுணர்கள் வந்திருக்கிறார்கள். பொருளின் குணங்களைக் கவனிக்குங்கால், அது பிரிக்கமுடியாத அணுக்களின் திரட்டு என்றும், இவ்வணுக்கள் தனித்தனியாயும் இடைவெளிகொண்டும் அமர்ந்திருக்கின்றன என்றும் முன்னாலேயே குறிப்பிட்டோம். இவ்வணுவின் பரிமாணந்தான் என்ன? ஒரு பொருளை எதுவரையிற் பிரித்துக்கொண்டே போகலாம்? என்ற கேள்விகள் பிறக்கின்றன.

வெகுகாலத்திற்கு முன்பு, நம் தாய் நாடாகிய இந்தியாவில் அவதரித்த கணாத மஹரிஷி வெகு அழகாகவும் சாதுர்யமாகவும், ஜகத் சிருஷ்டி, அணு அமைப்பு இவைகளைப்பற்றித் தமது வைசேஷிக சூத்திரங்களால் விவரித்திருக்கிறார். அதைப்பற்றிச் சிறிதளவு இங்கே கூறுவோம்.

பிண்டத்தை எல்லையற்ற அளவிற் பிரித்துக்கொண்டே போக முடியாது. ஓரளவிற்கு வந்தபின் அதற்குஞ் சிறிதாகப் பிரிக்கமுடியாது. அப்பிரிக்கமுடியாத நிலையிலுள்ள பாகத்திற்கே பரமாணு என்று பெயர். ஏன் பரமாணுவையும் பிரித்துக்கொண்டே போகமுடியாது? பிரித்தலுக்கு எல்லை இல்லாதிருந்தால் கடுகு, மஹாமேரு பருவதம் இவ்வொவ்வொன்றிலும் கணக்கில்லாத பரமாணுக்கள்

இருக்கவேண்டும். ஆகையால், கடுகும் மஹாமேரு பருவ தமும் ஒன்றாயிருக்கவேண்டும். ஒரு கொசுவிற்கும் யானைக்கும் வித்தியாசமிருக்கக்கூடாது. பிரத்யக்ஷத்தில் இவைகளின் வித்தியாசத்தை நாம் உணருவதால், ஒவ் வொன்றிலும் அதற்கேற்றவாறு திட்டமாய்ப் பரமாணுக் கள் அமைந்திருக்கவேண்டும். சரி. பரமாணுவுக்கும் பரி மாணமுண்டா? சூரியரச்மியில் தோன்றும் நுண்ணிய தூசிகளுள் (Mote in the Sunbeam) ஒன்றின் ஆறில் ஒருபங்கே பரமாணுவின் பரிமாணத்தின் பேரெல்லையாக இருக்கவேண்டும். ஏனென்றால் பிரத்யக்ஷத்தில் மிகச் சிறிய அளவில் நாம்பார்க்கக்கூடியது அந்நுண்ணிய தூசியே. உருவமிருந்தால்தான் பொருள் கண்ணுக்குத் தோன்றும். பரமாணுவோ கண்ணுக்குப் புலப்படாதது. எனவே அதற்கு உருவமுங் கிடையாது. இரண்டு பரமாணுக்கள் சேர்ந்து, கண்ணுக்குத் தெரியாத நேர்க்கோட்டையுண் டாக்கும். இச்சேர்ந்த வஸ்துவுக்கு த்வணுகம் (Binary) என்று பெயர். இவ்விதமான இரண்டு த்வணுகங்கள் அமைய அவை பரப்பையே உண்டாக்கும். இதுவுங் கண் ணுக்குப் புலப்படாது. ஆனால் மூன்று த்வணுகங்கள் கூடினால் ஓர் உருவமுள்ள வஸ்து தோன்றும். மூன்று த்வணுகங்கள் கூடியதற்கே த்ரியணுகம் அல்லது திச்ராணு என்று சொல்லுகிறார்கள்.

பிரஹத்ஸம்ஹிதையின் 57-வது அத்தியாயத்தில் வராஹமிஹிரர் என்பவர் கொடுத்திருக்கும் அட்டவணை யிற் காணப்படும் சில அளவுகளிலிருந்து சூரியரச்மியில் தோன்றும் நுண்தூசியின் குறுக்களவு $\frac{1}{349525}$ (அல்லது $3 \cdot 2^{-20}$) அங்குலமிருக்கவேண்டுமென்று வெளியாகிறது. ஆகையால் உருண்டை வடிவதிச்ராணுவின் பருமன் $\frac{4}{3}\pi$ $3^{\cdot 3}2^{-63}$ கன அங்குலமாக இருக்கவேண்டும். இங்குக் குறிப் பிட்டிருக்கும் ஒரு திச்ராணுவில் 30 ரஸாயன பரமாணுக்க ளிருக்கவேண்டுமென்று சில வைத்திய நூல்கள் குறிக்கின்

றன (60 பரமாணுக்களிருக்கவேண்டுமென்றும் மற்றொரு அபிப்பிராயமிருந்தது). ஆகையால் ஒரு பரமாணுவின் பருமன் $\pi\ 3{\cdot}5^{-1}{\cdot}2^{-62}$ கன அங்குலத்திற்குக் குறைவுபட்டதாகவே இருந்திருக்கவேண்டும். இதிலிருந்து கணக்கிட்டுப்பார்க்க ஒரு பரமாணுவின் குறுக்களவு $1{\cdot}063\times10^{-6}$ ச-மீ என்பது வெளிப்படும்.[1] தற்கால ஆராய்ச்சிகளின் பயனாகக் கணக்கிடப்பட்டிருக்கும் அப்ஜனக பரமாணுவின் குறுக்களவு சுமார் 10^{-8} ச. மீ. இவ்விரண்டையும் ஒத்துப் பார்க்குமிடத்து விந்தையாயிருக்கிறதல்லவா?

இம்மாதிரியாகவே டெமாக்ரிடஸ் (Democritus) லுக்ரீஷியஸ் (Lucretius) என்பவர்களும் பிண்ட அமைப்பைப் பற்றிச் சில முடிவுகளுக்கு வந்தார்கள். பிண்டங்களின் குணங்கள் அவைகளிலுள்ள பரமாணு அமைப்பைப் பொறுத்தே இருக்கின்றன என்பதுதான், அவர்கள் வெளியிட்ட அபிப்பிராயங்களின் சாரம். ஆனால், அவர்கள் மனச்சிந்தனை மூலமாகவே இம்முடிவுக்கு வந்தார்களே அல்லாது, சோதனைகளை ஆதாரமாகக்கொண்ட முயற்சிகளால் இம்முடிவுக்கு வரவில்லை. ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டுள்ள தற்காலக் கொள்கைக் கிணங்கப் பிண்டத்தின் மூலகாரணத்தை முதன் முதலில் தெளிவுபடச் சொன்னவர் ராபர்ட் பாயிலே (1627—1691). பிண்டமானது சில மூலப்பொருள்களின் சேர்க்கையென்றும், மூலப்பொருள் ஒவ்வொன்றும் வேறு பொருள்களாகப் பிரிக்கமுடியாத தன்மையுடையது என்றும் அவர் சொன்னார். இத்தெளிவுரை, விவகாரத்திற்கு ஒத்திருக்கிறதேயொழிய அது பரமார்த்தமான பிண்டமூலத்தைப்பற்றிச் சொல்ல வந்ததன்று. அதற்கு நூறு வருஷங்களுக்குப்பிறகு, லவாசியர் ரஸாயனப்புஸ்தகமொன்றை வெளியிட்டார். அதில், பதார்த்தங்களின் ரஸாயன குணங்களை, அவை ஒன்றோடொன்று விகாரித்து ஸம்யோகிப்பதை ஆராய்ச்சி செய்த

[1] இந்த அளவுகள் யுக்தியாகக் கற்பனை செய்யப்பட்டவை. சோதனைகள் கொண்டு கண்டுபிடிக்கப்பட்டவையல்ல.



ஜான் டால்டன்

(1766—1844)

[அனுமதியுடன்]

தின் பயனிலிருந்தே, அவர் வெளியிட்டார். பேகன் (Bacon), பாயில் (Boyle), ஹூக் (Hooke), ந்யூடன் (Newton) இவ்விஞ்ஞானிகள் பிண்டத்தின் அணுவாதத்தினுதவி கொண்டே பிண்டத்தின் பௌதிக குணங்களை விளக்கினார்கள். ஆனால் முதன்முதலில், ரஸாயன தத்துவங்களை விளக்கிக் காண்பிக்க அணுவாதத்தைக் கைக்கொண்டவர்கள், ஐரிஷ்தேசத்து ரஸாயன சாஸ்திரிகளாகிய ப்ரயன், ஹிக்கின் (Bryan and Higgin) என்ற இருவர்கள் தான்.

ரஸாயன சாஸ்திரத்தின் பல நியாயங்களை நிரூபிக்க, அணுவாதத்தை முக்கிய ஆதாரமாகக் கொண்டவர், ஜான் டால்டனே. ஜான் டால்டன் க்வேகர் மதத்தைச் சேர்ந்த ஒரு கை நெசவுக்காரரின் மகன். அவர் மாணாக்கனயிருந்த பொழுதே சில கிராமவாசிகளுக்குப் போதிக்க ஆரம்பித்தார். அவர் தம் கடைசிக்காலம்வரை உபாத்தியாயராகவே இருந்தார். அவகாசம் ஏற்பட்ட சமயங்களிலெல்லாம், அவர் பௌதிக ரஸாயன சம்பந்தமான சோதனைகளைச் செய்துகொண்டே இருந்தார். அவற்றின் பயனாகவே "பரமாணுவாதம்" என்பதைப்பற்றி ஒரு வியாசமெழுதி வெளியிட்டார். கண்ணுற்பார்த்து அநுபவத்தில் அறியக் கூடிய எளிய மார்க்கத்திற் செல்லாமல், ஆழ்ந்த யோசனை, தியானம், இம்மார்க்கத்தைப் பின்பற்றித்தான் ஞானிகள் பிண்ட அணுதத்துவத்தை அறிந்து வெளியிட்டிருக்கிறார்கள். ஜான் டால்டனோ அவ்வர்க்கத்தைச் சேர்ந்தவரன்று. பிரத்யக்ஷமாய்ச் சோதனைகளிலேற்பட்ட உண்மைகளை அறிந்ததின் பயனாகவே, அவர் சில நியாயங்களை யூகித்தறிந்து வெளியிட்டார். இந்நியாயங்களே, தற்கால ரஸாயன சாஸ்திரமாகிய ஆலயத்தைத் தாங்கி நிற்குந் தூண்களாக நிற்கின்றன.

ரஸாயன சாஸ்திரத்திற்குரியன நான்கு மூலாதார நியாயங்கள்; அவையாவன:—(1) பிண்ட நித்யத்வ நியாயம். (2) திட்டப்பிரமாண விதி. (3) பரஸ்பர

ஸம்யோக விதி. (4) குணனப்பிரமாண விதி.—இவை எல்லோராலும் ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டிருந்தன. மேலும் வாயுக்கலவைகளின் குணங்களைப்பற்றியும், திரவங்களில் வாயுக்கள் கரையுந் தன்மையைப்பற்றியும், தாம் நேரே பரீக்ஷித்ததின் பயனாக, டால்டன் அறிந்திருந்தார். இன்னும் பண்டைக்காலத்து நூல்களையும் ந்யூடன் முதலியோர் தெளிவுபடச் சொல்லிய சில விஷயங்களையும் ஆராய்ந்ததன் பயனாக "ஏன் வரையறுத்த எண்ணளவிலேயே சேர்க்கைப் பொருள்கள் உண்டாகவேண்டும்" என்னும் ஒரு ஏற்ற கேள்வியைக் கேட்டு அதற்குச் சரியான விடையை அளிக்க, ஆழ்ந்த யோசனையின் பயனாக, அடியிற குறிப்பிட்டிருக்கும் கொள்கைகளைக் கற்பனை செய்துகொண்டார். அக்கொள்கைகள் சரியா என்று பின்னால் பல சோதனைகளையும் செய்துபார்த்து ரஸாயன சாஸ்திரத்திற்குரிய மேற்கண்ட நான்கு மூல நியாயங்களும் சரியென்று விளக்கினார்.

(1) பிண்டம் தொடர்ச்சி நிலையில் இல்லை. அதைச் சிறிய அணுக்களாகப் பிரிக்கலாம். இச்சிறிய அணுக்களே பிண்டத்தின் அமைப்புக்குக் காரணம்.

(2) இந்நுண்ணிய திவலைகளை எந்த வலிய சிற்றுரு விளக்கியாலும் (Microscope) காணமுடியாது.

(3) இத்திவலைகள் ஒன்றையும் பிரிக்கமுடியாது. இதுபற்றியே, டால்டன் அதற்கு ஆட்டம் (Atom) என்று பெயரிட்டார். இச்சொல்லின் பொருள் (a=not; tomos=I cut) "நான் அதை வெட்டித்துண்டிடமுடியாது" என்பது. இதைப் "பரமாணு" என்று நம் சாஸ்திரங்கள் கூறுகின்றன. பரமாணுக்களை ஆக்கவும் முடியாது; அழிக்கவும் முடியாது. ஆகையால் பிண்டமானது பரமாணு மயமே.

(4) ஒரு தனிப்பொருளின் பரமாணுக்களெல்லாம் ஒரே உருவம், திண்மை முதலிய குணம் கொண்டவை.

இக்குணங்களும் அத்தனிப்பொருளின் குணங்களுக்குச் சமானமானவைகளே.

(5) வெவ்வேறு தனிப்பொருள்களின் பரமாணுக்களின் குணங்கள் தம்முள் வேறுபாடுடையன.

(6) வெவ்வேறு பரமாணுக்களின் ஸம்யோகத்தாலேயே ஐக்கியப்பொருள்கள் உண்டாகின்றன. "ஐக்கிய-பரமாணுக்கள்" (Compound atoms) உண்டாகும்பொழுது பரமாணுக்கள் சாதாரண முழு எண்ணளவிலேயே சேருகின்றன. ஓர் ஐக்கியப் பொருளிலுள்ள ஐக்கிய-பரமாணுக்களெல்லாம் எல்லா வகைகளிலும் ஒரே குணமுடையவை.

(7) தனிப்பொருள்களின் ஸம்யோக-பாரமானமே (Combining weight) தனிப் பொருளின் பரமாணு பாரத்தையுங் குறிக்கிறது.

இக்கொள்கையின்படி பரமாணுக்கள் அழியாதவையாகையால் பிண்ட நித்யத்வம் அல்லது பொருளழியாமை என்னும் நியாயம் வெளியாகிறது. ஓர் ஐக்கியப் பொருளிலுள்ள ஐக்கிய பரமாணுக்கள் (அணுக்கள்) எல்லாம் ஒரே தன்மையவாதலாலும் அவை ஒவ்வொன்றிலும் தனிப்பொருள்களின் பரமாணுக்கள் ஓரளவிலேயே காணப்படுவதாலும், திட்டப் பிரமாண விதி உண்மை என்பது வெளியாகின்றது. பரஸ்பர ஸம்யோக விதியும் உண்மைதான் என்பதை மேற்கூறிய கற்பனைகளிலிருந்து அறியலாம். தனிப்பொருள்கள் வெவ்வேறு விகிதங்களில் ஐக்கியமாகுங்கால் ஓர் ஐக்கியப் பொருளின் ஓர் ஐக்கிய பரமாணுவிலுள்ள ஒரு தனிப்பொருளின் பரமாணுக்களும் மற்றோர் ஐக்கியப் பொருளின் ஓர் ஐக்கிய-பரமாணுவிலுள்ள அத்தனிப்பொருளின் பரமாணுக்களும் சிறு முழு எண்ணளவிலேயே வித்தியாசப்படவேண்டும். எனவே குணனப் பிரமாண விதியும் உண்மைதான் என்று வெளியாகிறது.

இவ்வாதத்திலுள்ள குறைகள்

டால்டன் கற்பனை செய்த இவ்விதிகளெல்லாம் ரஸாயன சாஸ்திர நியாயங்களை நிரூபித்துக் காட்டினும், அவைகளில், சில குறைகளும் காணப்படுகின்றன. கற்பனைகள் ஒன்றும் ஏன் சேர்க்கைப் பொருள்களின் தொகை திட்டமாயிருக்கவேண்டும் என்று டால்டன் கேட்ட கேள்விக்கு விடைகொடுக்கவில்லை. மேலும், பரமாணுவின் உண்மை நிலையைப் பிரத்யக்ஷமாகக் காட்டமுடியவில்லை. இன்னும், டால்டன் தண்ணீரின் சங்கேதத்தை HO என்று குறிப்பிட்டார். தண்ணீருண்டாக எத்தனை அப்ஜனக-பரமாணுக்களும், பிராணவாயு-பரமாணுக்களுந் தேவை என்று டால்டனாற் சொல்ல முடியவில்லை. ஒரே எடை கரியுடன் ஸம்யோகித்திருக்கும் பிராணவாயுவின் எடை இங்கால-ஏக-பிராணையிலிருப்பதைவிட இரட்டிப்பாக இங்கால-துவி-பிராணையிலிருக்கிறது என்பது டால்டனுக்குத் தெரிந்த விஷயமே.

இங்கால-ஏக-பிராணையில் O:C::8:6

இங்கால-துவி-பிராணையில் O:C::8:3

ஆகையால், பிராணவாயுவின் பரமாணுபாரம் 8 ஆகவும், கரியின் பரமாணுபாரம் 3 ஆகவுமிருக்க, இங்கால-ஏக-பிராணை பிராணவாயு-பரமாணு ஒன்றும், கரி-பரமாணு இரண்டுஞ் சேர்ந்ததாயிருக்கலாம். ஆகவே அதன் சங்கேதம் C_2O என்று இருக்கவேண்டும். கரியின் பரமாணுபாரத்தை ஆறு என்று வைத்துக்கொண்டால், அதன் சங்கேதம் CO என்று எழுதப்படவேண்டும். அந்நிலைமையில், இங்கால-துவி-பிராணை ஒரு கரி-பரமாணுவையும், இரண்டு பிராணவாயு-பரமாணுக்களையும் கொண்டதாகவிருக்கும் CO_2. X கரி-பரமாணுக்கள், 2X பிராணவாயு-பரமாணுக்களுடன் சேர்ந்திருக்கும் நிலைகளிலெல்லாம், ஒரே ஸம்யோக நிறைதானிருக்கவேண்டும். இங்கு, எல்லாம் தெளிவாக இல்லை. ஏனென்றால், வெவ்வேறு

தனிப்பொருள்களின் பரமாணு பாரங்களை நிச்சயிக்க மார்க்கமில்லை. மேலும், டால்டனால், மதிப்பிடப்பட்ட பரமாணு பாரங்கள் யாவும் பெரும்படியான அளவிலிருந்தன. நிஷ்கர்ஷையாய்ப் பரமாணு பாரங்களைக் கண்டுபிடிக்க அந்நாளில் டால்டனுக்குப் போதுமான வசதிகளும் சூக்ஷ்ம யந்திரங்களும் இல்லை. ஆகையால், வஸ்துக்களின் சங்கலனத்தைக் குறிக்கும்பொழுது, சுலபமான அளவிலேயே பரமாணுக்கள் ஒன்று சேருகின்றன என்று அவர் அநுமானிக்கவேண்டியிருந்தது. அதாவது 1, 2 அல்லது 3, பரமாணுக்கள்தான் ஸம்யோகத்திற் பிரதிகரிக்கும் என்று அவர் எண்ணினார்.

டால்டன் கூறிய வாதத்தை எல்லோரும் ஒப்புக்கொண்டார்கள். மேலும், கேலூசாக் (Gay-Lussac) சில வாயு ஸம்யோக-நியாயங்களை வெளியிடவே, அவை டால்டன் வாதத்தைப் பலப்படுத்தின. தண்ணீருண்டாவதைக் கவனிப்போம். கேலூசாக் 300 கன பரிமாணமுள்ள அப்ஜனகத்தையும், 100 கன பரிமாணப் பிராணவாயுவையுங் கலந்து, வெடிக்கச்செய்ய, விகாரமேற்பட்டபிறகு, 101 கன பரிமாண அப்ஜனகம் மீதி நின்றது. இரண்டாவது சோதனையில் 200 அளவு பிராணவாயுவையும், 200 அளவு அப்ஜனகத்தையும் சேர்த்து வெடிக்கச் செய்ய, 101 அளவு பிராணவாயு மீதி நின்றது. உண்டாகிய நீராவியின் பரிமாணத்தையுங் கவனிக்க

2 பருமு அப்ஜனகம்+1 பருமப் பிராணவாயு
=2 பரும நீராவி

இன்னும், 1 பரும அப்ஜனகம்+1 பரும ஹரிதகம்
=2 பரும அப்ஜனக-ஹரிதகை

1 பரும பாக்கியஜனகம்	+	3 பரும அப்ஜனகம்	=	2 பரும அமோனியா
2 பரும இங்கால-ஏக-பிராணை	+	1 பரும பிராணவாயு	=	2 பரும இங்கால-துவி-பிராணை

ஆகையால், வாயு ஸ்திதியிலுள்ள வஸ்துக்கள் ஸம்யோகிக்கும்பொழுது அவ்வஸ்துக்களின் கனபரிமாணங்களும், விகாரத்திலேற்பட்ட வாயுஸ்திதியிலுள்ள வஸ்துவின் கனபரிமாணமும், எல்லா வாயுப்பதார்த்தங்களும் ஒரே உஷ்ண-அமுக்க நிலையிலிருக்க, எளிய முழு எண் அளவிலேயே சம்பந்தப்பட்டவைகளாயிருக்கின்றன. '$ப_1$', பருமஅளவில் 'அ' என்னும் வாயுபதார்த்தம், '$ப_2$' பருமஅளவுள்ள 'ஆ' என்னும் வாயுபதார்த்தத்துடன் சேர்ந்து, '$ப_3$' என்னுமளவுள்ள 'இ' என்னும் வாயுபதார்த்தத்தைக் கொடுக்கின்றது என்று வைத்துக்கொள்ளுவோம். $ப_1$, $ப_2$, $ப_3$ இவைகளின் சம்பந்தங்களைக் கவனித்தால் இவை சிறிய முழு எண்கள் அளவிலேயே இருக்கும். இதற்கு "கேலூசாக் கன பரிமாண நியாயம்" என்று பெயர். (Gay-Lussac's Law of Volumes.)

டால்டன், கேலூசாக் இவர்களின் நியாயங்களை ஒன்று சேர்த்துப்பார்க்கையில், கன பரிமாணங்களுக்கும் பரமாணுக்களுக்கும் மேற்கூறியவாறே சம்பந்தம் இருக்க வேண்டுமென்று அநுமானிக்கலாம். அச்சமயத்தில் ரஸாயன சாஸ்திர உலகத்தில், சட்டதிட்டங்களை ஏற்படுத்துபவரும், விவாதம் ஏற்படும் சந்தர்ப்பங்களிற் சந்தேகமறத் தீர்ப்புச் சொல்லுபவருமான, பேர்ஸீலியஸ் (Berzelius) என்பவர், "ஒரே உஷ்ண-அமுக்க நிலையில், ஒரே கன பரிமாணமுள்ள வாயுக்களிலெல்லாம், பரமாணுக்கள் ஒரே எண்ணளவில் இருக்கின்றன" என்ற சங்கல்பத்தை ஆழ்ந்த யோசனையின்றிச் சிறிது பகட்டமாக வெளியிட்டார். தண்ணீரின் அமைப்பை மறுபடியும் கவனிப்போம்.

2 பருமஅப்ஜனகம் +
1 பருமபிராணவாயு } = 2 பருமநீராவி.





அவொகாட்ரோ

(1776—1856)

[அனுமதியுடன்]

ஒரு கனபரிமாணத்தில் X பரமாணுக்களிருக்கின்றன என்று வைத்துக்கொள்ள,

2X அப்ஜனக-பரமாணுக்கள் } + X பிராணவாயு-பரமாணுக்கள் } = 2X நீராவி "ஐக்கிய-பரமாணுக்கள்."

பொதுவாக இருக்கும் X என்பதை நீக்க,

2 அப்ஜனக-பரமாணுக்கள் } + 1 பிராணவாயு-பரமாணு } = 2 நீராவி "ஐக்கிய-பரமாணுக்கள்"

1 அப்ஜனக-பரமாணு } + $\frac{1}{2}$ பிராணவாயு-பரமாணு } = 1 நீராவி ஐக்கிய-பரமாணு

ஆனால், இவ்விவகாரம், பரமாணு வாதத்தின் முக்கிய அம்சமாகிய "பரமாணு பிரிக்கப்படமாட்டாது" என்ற கொள்கைக்கு விரோதமாயிருக்கிறது. இதைக் கேட்டதும் "அணுக்களுக்கு அம்சமா!" என்று ஏளனச் சிரிப்புடன் டால்டன் தமதபிப்பிராயத்தை வெளியிட்டார். கேலூசாக்கும் இதிலுள்ள தவற்றையுணர்ந்தார். கேலூசாக் நியாயம் டால்டன் கொள்கையைப் பலவிதங்களிற் பலப்படுத்தியும், டால்டன் அதை ஏற்காமல், தப்பெண்ணங்கொண்டு, கேலூசாக்கின் சோதனைகளும், கணக்கிட்ட தொகைகளும், தப்பு என்று சொல்லத்தொடங்கினார்.

இக்கஷ்ட நிலையிலிருந்து, பொருத்தமற்ற கொள்கைகளை விலக்கி, டால்டன், கேலூசாக் இவர்களின் வாதங்களை நிலைநிறுத்தும்படியாக, இடலி தேசத்துச் சாஸ்திர ஞானியான, அவொகாட்ரோ (Avogadro) என்பவர் 1811-ம் வருஷம் தம் எண்ணங்களை வெளியிட்டார். அவர் வெளியிட்ட வியாசத்தின் சாராம்சமாவது :—

"பாயிலின் அமுக்க நியாயம், சார்ல்ஸின் உஷ்ண-பரும விருத்தி-நியாயம், டால்டன் பரமாணுவாதம், கேலூசாக் பரும விதி இவைகளையெல்லாம் நிரூபிக்க,

ஓர் உஷ்ண-அமுக்க நிலையில், ஒரே கன பரிமாணமுள்ள வாயுபதார்த்தங்களிலெல்லாம், அணுக்கள் (Molecules) ஓரெண்ணளவிலேயே இருக்கின்றன என்று சங்கல்பித்துக்கொள்ளவேண்டும். வாயுக்களிலிருக்கும் நுண்ணிய அணுக்களையும், (மூல) பரமாணுக்களையும் வித்தியாசப்படுத்தி அவைகளை வெவ்வேறாகவே கொள்ளவேண்டும். இந்நுண்ணிய அணு திட்டமான பரமாணு எண்ணின் சமூகம். இச்சமூகத்தை 'மாலிகூல்' (Molecule) என்றும், சமூகத்திலுள்ள மூல அம்சங்களை "ஆட்டம்"கள் என்றும் சொல்லுவோம். அவைகளிரண்டும் வெவ்வேறே. வாயு ஸ்திதியிலுள்ள ஒவ்வொரு மூலப்பொருளிலும், ஒரேவிதமான 'மாலிகூல்' களும், ஒவ்வொரு மாலிகூலிலும் ஒரேவிதமான, ஓரெண்ணளவில், 'ஆட்டம்' களும் இருக்கின்றன. வாயு பதார்த்தங்களின் மாலிகூல்களே தனித்துச் சுயேச்சையான நிலைமையில் இருக்கத்தகுந்தவை; "ஆட்டம்"கள் தனித்துச் சுயேச்சையாக இருக்க முடியாது. வாயுஸ்திதியிலுள்ள தனிப்பொருள்களின் மாலிகூல்கள் ஒவ்வொன்றிலும், இரண்டு 'ஆட்டம்' களாவது இருக்கும்."

ஆகையால், 'மாலிகூல்' பிரிக்கப்படலாம். 'ஆட்டம்' என்பதைத்தான் பிரிக்கமுடியாது. இதுதான் அவொகாட்ரோவின் அபிப்பிராயம். இதைத் தழுவியும், நமது தேசத்தில் வழங்கிவரும் சாஸ்திரங்களைத் தழுவியும், அவொகாட்ரோவின் "மாலிகூல்", என்னும் வார்த்தையை அணுவென்றும், 'ஆட்டம்' என்பதைப் பரமாணுவென்றும் நாம் வழங்கிவருவோம். ஒரே உஷ்ண-அமுக்கநிலையில், ஒரே கனபரிமாணமுள்ள வாயுக்களில் அணுக்கள், ஓரெண்ணளவிலேயே அமைந்துள்ளன. சாதாரண உஷ்ண நிலையில் பிராணவாயு, அப்ஜனகம், பாக்கியஜனகம்போன்ற வாயு ஸ்திதியிலுள்ள தனிப்பொருளின் அணு ஒவ்வொன்றிலும் இரண்டு பரமாணுக்களாவது இருக்கும். தனிப்பொருளிலோ, ஐக்கியப் பொருளிலோ தனியே சுயேச்சை

யாயிருக்கும் நுண்ணிய துளி அணுவே. அணுவின் அம்சமாக, ரஸாயன விகாரத்தில் மிகச் சிறிய அளவிலேயே, பிரதிகரிக்கும் மஹா நுண்ணிய துளிக்கே பரமாணு என்று பெயர். [1]

அவொகாட்ரோ அநுமானங்களை ஆதாரமாகக் கொண்டு தண்ணீர் அணுவின் அமைப்பைக் கவனிப்போம்:—

2 பருமன் அப்ஜனகம் + 1 பருமன் பிராணவாயு = 2 பருமன் நீராவி

1 பருமன் அளவில் X அணுக்களிருப்பதாக வைத்துக் கொள்ள,

2X அணுக்கள் அப்ஜனகம் + 1X அணுக்கள் பிராணவாயு = 2X அணுக்கள் (நீராவி)

பொதுவாக இருக்கும் X-ஐ விலக்க,

2 அணுக்கள் அப்ஜனகம் + 1 அணு பிராணவாயு = 2 அணு நீராவி

1 அணு அப்ஜனகம் + $\frac{1}{2}$ அணு பிராணவாயு = 1 அணு நீராவி

2 பரமாணு அப்ஜனகம் + 1 பரமாணு பிராணவாயு = 1 அணு தண்ணீர்

ஆகையால் அதன் அணுவை H_2O என்ற சங்கேதத்தாற் குறிக்கலாம்.

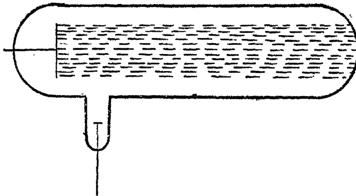
இவ்வாறு, வஸ்துவின் அணுவமைப்பை நிர்ணயிக்க, அவொகாட்ரோவின் சங்கல்பமே, முக்கியமான ஆதாரமாக இருக்கிறது. ரஸாயனம் என்ற அரண்மனையின் ஜோடனையைத் தாங்கிநிற்கும் டால்டன் பரமாணுவாதமாகிய, வளைவுகளுக்கு (Arches) பொறுப்புக்கற்களாக (Key-stones)

[1] A molecule is the smallest particle of a substance that can have a free existence and an atom is the smallest particle of an element that takes part in a chemical change.

இருப்பன அவொகாட்ரோவின் கற்பனைகளே என்று ஹோம்பார்ட் கூறுகிறார்.

"உள்ளூர்ச் சரக்கு உள்ளூரில் விலைப்போகாது" என்பது ஒரு பழமொழி. சங்கடங்களை நிவர்த்தித்து, இருளை நீக்கி, வெளிச்சத்தைக் காண்பித்த அவொகாட்ரோவின் கொள்கை அவர் தேசத்திலாவது, மற்றத் தேசங்களிலாவது ஒப்புக்கொள்ளப்படவில்லை. இது மிகவும் இரங்கத் தக்கதே. கூரியபுத்தியுள்ள அவர், குடத்திலடைத்த விளக்கைப்போல், தமது அபிப்பிராயங்களைச் சிறிதும் ப்டாடோபமின்றி வெளியிடலானார். அதாவது, எல்லோருக்குந் தெரியாத உள்ளூர்ப் பத்திரிகை ஒன்றில் வெளியிட்டார். மேலும், அக்காலத்தில் டால்டன், பெர்ஸீலியஸ் இவர்களின் ஆளுகையில் ரஸாயனம் கட்டுப்பட்டிருந்தது. அவர்கள் சொல்லும் சொற்களை மறுக்கத் துணிந்தவர் யாருமில்லை. அவர்களுடன் அவொகாட்ரோ எதிர்த்து வாதாடவில்லை. அவருடைய கொள்கையை ரஸாயனத்தில் தேர்ச்சியடைந்த அக்காலப் பண்டிதர்கள் கவனித்து, அதன் தத்துவத்தை அறிந்துகொள்ள இஷ்டமில்லாதவர்களாகவே இருந்தார்கள்போலும். அதன்பிறகு 47 வருஷங்கள் வரை அவொகாட்ரோவின் கொள்கையைக் கைப்பற்றுவார் யாருமில்லை என்று சொல்லவேண்டியிருக்கிறது. விஷயத்தின் மூலதத்துவங்களை (1811-ம் வருஷம் அவர் வெளிப்படுத்தியும்) அறிய, வீணுகப் பலர் சிரமப்பட்டார்கள். இத்தத்துவத்தை உணரச் சில ரஸாயன சாஸ்திரிகள் முயற்சிக்க, அவர்களின் புத்தி கலங்கி, ஒருவரையொருவர் சினந்து சண்டையிட்டனர். பொன் விளக்குக்குந் தூண்டுகோல் வேண்டுமன்றோ? 1858-ம் வருஷம், மங்கி எரிந்து அநேகமாய் அணையக்கூடிய நிலையிலிருந்த 'அவொகாட்ரோ கொள்கை' என்ற சுடரைக் கானிசாரோ (Cannizzaro) என்பவர் சுடர் தட்டித் தூண்டி ஒளிவிட்டு எரியச்செய்து, ரஸாயன மாளிகையைச் சூழ்ந்திருந்த இருளைப் போக்கினார்.

டால்டனின் அபிப்பிராயந்தான் பரமாணுவாதத்தின் முடிவு என்று சுமார் 37 வருஷங்களுக்குமுன்வரை, இயற்கைச்சாஸ்திர மேதாவிகள் யாவரும் கருதினார்கள். டால்டன் சொல்லிய பரமாணுதான் மூலப்பொருள், அது பிரிக்கமுடியாத நிலையிலுள்ளது, அதற்கு அமைப்புக் கிடையாது, (அதாவது அதற்கு அங்கங்கள் கிடையா.) பரமாணுவில் யாதொரு விகாரத்தையும் உண்டுபண்ண முடியாது, ஒரு தனிப்பொருளின் பரமாணுக்களெல்லாம் ஒரே நிறையுள்ளவை என்ற எண்ணங்களையெல்லாம் தற்கால ஆராய்ச்சி முறைகள் மாற்றிக்கொண்டே வருகின்றன.



ருணதுருவ-கிரணங்கள்

படம் 68

68-வது படத்திற் காட்டிய ஒரு குழாயிலுள்ள காற்றையெல்லாம் வாயு-ஆகர்ஷணி கொண்டு விலக்கிக் குழாயை (உருக்கி) மூடி, அதிற் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் உலோகத் தகடுகளை, மின்சாரமேவும் சுருளில் இணைத்து, மின்சாரத்தைச் செலுத்த, ஒருவித ஒளி தோன்றும். அது காதோட் கிரணங்களாலேற்படுவது. அவ்வொளி, கீழ் அல்லது ருணதுருவத்திலிருந்து (Cathode) அதிக நுண்ணிய துளிகள் வெளிவருவதாலேயே உண்டாவதென்றும், அவற்றுள் ஒவ்வொரு துளியும் மின்சார அம்சமென்றும், அது ருண மின்சாரத்துளி (Negatively charged particle) என்றும், அது நேராகவும் அதிக விரைவாகவும் செல்லுமென்றும் அது புகைப்படக் கண்ணாடித் தகட்

டைக் கறுப்பாக்க வல்லமை உடையதென்றும், பல சோதனைகளின் பயனாக அறிந்தார்கள். இம்மிக நுண்ணிய மின் சாரத்துளிக்கு ஆங்கிலத்தில் 'எலக்ட்ரான்' (Electron) என்று பெயர். நாம் அதை 'மின்பரமாணு' (அல்லது மின்தாது) என்று சொல்லுவோம். ருணமின்சார ஓட்டம் இருக்குமேயாயின், தன மின்சார ஓட்டமும் இருக்க வேண்டுமன்றோ? ஸர். ஜே. ஜே. தாம்ஸன் (J. J. Thomson) என்பவர், அதி நுட்பமான கருவிகள் கொண்டு சாமர்த்தியமாக வேலைசெய்து தன மின்சாரக் கிரணங்களின் அமைப்பை அறிந்தார். தாம்ஸனின் சோதனைகள், "பரமாணுவுக்கும் அமைப்பு உண்டு; அதில் ருண மின்சார தாதுக்களும் தன மின்சார தாதுக்களும் அமைந்துள" என்று முதன்முதலில் வெளிப்படுத்தின. 'லார்ட் ருதர் போர்ட்' (Lord Rutherford) அரிய பெரிய சோதனைகளின் பயனாக இவ்வபிப்பிராயத்தை உறுதிசெய்தார். இன்னும், பல பெரிய தத்துவ ஞானிகள் வேலைசெய்து கொண்டே இருக்கிறார்கள். பரமாணுவின் அமைப்பின் ரகசியமும் வெளிப்பட்டுக்கொண்டேவருகிறது.

இன்று, நாம் பரமாணுவின் அமைப்பு எங்ஙனமுளது என்று கருதுகிறோம்? மின்-பரமாணுக்களும் (Electrons) தனமின்தாதுக்களும் (Protons) பரமாணு ஜோடனைக்குக் காரணம். டால்டன் நினைத்தபடி, அது பாகமில்லாத, இடைவெளியில்லாத, நுண்ணிய கட்டித்துண்டு அன்று. அதன் அமைப்பும் சிக்கலாக (Complicated) இருக்கிறது. இவ்வற்பப் பரமாணுவின் அமைப்பும் சூரியமண்டல அமைப்போடு, ஒப்பிடக்கூடிய நிலைமையிலுள்ளது. ஒவ்வொரு பரமாணுவின் மண்டலத்திலும், மையத்தில் தன மின்சாரித்த-பீஜம் (Positively charged nucleus) அமைந்திருக்கிறது. அதைச் சுற்றியுள்ள வெட்டவெளியில் மின்சார-பரமாணுக்கள் வெவ்வேறு கோளவடிவுள்ள பாதைகளில் (Orbits) சுழன்றுகொண்டே இருக்கின்றன. பீஜத்தில் மின் பரமாணுக்களும், தன-மின்-தாதுக்களும்

அமைந்திருக்கின்றன. பீஜத்தில்தான் பரமாணுவின் பிண்டம் திரண்டு சுருங்கி இருக்கிறது. மின்பரமாணுவின் பிண்டத்தையும், தன-மின்-தாதுவின் (Proton) பிண்டத்தையும் ஒப்பிட்டுப்பார்க்குமிடத்து, மின் பரமாணுவின் பிண்டம் அற்ப அளவிலேதானிருக்கிறது. சுமாராக 1850 மின்பரமாணுவின் நிறை ஒரு தன-மின்தாதுவின் நிறைக்குச் சமமாயிருக்கிறது. ஆனால் ருணமின் பரமாணு தனமின்தாதுவைவிடக் கனபரிமாணத்தில் பெரிது. ஒவ்வொரு பரமாணுவின் மின்சாரநிலையும், நடுநிலையிலேயே இருக்கிறபடியால், பரமாணு மண்டலத்திலுள்ள மின் பரமாணுக்களும் தனமின்தாதுக்களும் ஓரே எண்ணளவிலே தானிருக்கவேண்டும். இவ்வமைப்பைப்பற்றிப் பின்னால் தனிப் பொருள்களைக் கூறிட்டு ஆராய்ச்சி செய்யும்பொழுது விவரிப்போம். டால்டன் கற்பித்த பரமாணு அமைப்பு எவ்வளவு சிக்கலாக மாறிவிட்டது! "அணுவைத் துளைத்து" என்று ஔவை கூறியதும் சாத்தியமேபோலும்!! டால்டன் பரமாணு நித்யமான வஸ்து என்று நினைத்தார். பரமாணுவையும், இந்நாளில், அல்பா பார்ட்டிகிள்ஸ் (α-Particles) டியடான்ஸ் (Deutons) என்னும் வலிய அம்புகளால் தாக்கிச் சிதைக்கிறார்கள்.[1] ரேடியம் போன்ற சில பொருள்கள் மாறுதல்களை அடைந்து புதிய தனிப்பொருள்களைக் கொடுக்கின்றன. இன்னும், தனிப் பொருளின் பரமாணுக்களெல்லாம் ஓரமைப்புவாய்ந்தவை, அவைகளின் பாரங்களும் ஓரளவுப்பட்டவை என்று டால்டன் கூறினார். இப்பொழுதோ, ரஸாயன குணங்களிற் பேதமில்லாத ஒரு தனிப்பொருள் பல அமைப்புள்ளதாயும், ஒவ்வொரு அமைப்புக்குத்தக்கவாறு பரமாணு-பாரமுள்ளதாயும் இருக்கிறது என்று

[1] ஒரு ஸௌர பரமாணு இரண்டு மின்பரமாணுக்களை இழந்து ஒரு அல்பா-பார்டிகளாக மாறுகிறது. ஒரு பளு-அப்ஜனக பரமாணு ஒரு மின்பரமாணுவையிழக்க டியடான் உண்டாகும்.

காண்கிறோம். குணபேதமில்லாதனவும், ஆனால், பரமாணு-பார-பேதமுடையனவுமாகிய தனிப்பொருள்களுக்கு 'ஐஸடோப்ஸ்' (Isotopes) என்று ஸாடி (Soddy) பெயரிட்டிருக்கிறார். உதாரணம்:—சாதாரண ஸீஸத்தின் (Lead) பரமாணுபாரம் 207·22. சில அபூர்வ ரேடிய-சம்பந்தச் சேஷ்டைகளின் பயனாய் (by Radio-active changes) விளையும் ஸீஸங்களின் பரமாணுபாரங்கள் 206, 207, 208—ஆகவிருக்கின்றன என்று நிச்சயித்திருக்கிறார்கள். ரஸம் 8 பரமாணு-பாரங்களுள்ள நிலைமைகளிலிருக்கிறது.

தற்காலச் சோதனைகளும் ஆராய்ச்சிகளும் ரஸாயனத்தை எங்கே கொண்டுபோய்விடுமோ? சொல்லமுடியவில்லை. ஆனால் ஒன்று நிச்சயம். முதலில், அணு, பரமாணு, இவற்றின் அமைப்பைப் பௌதிக சாஸ்திரிகளே ஆராய்ச்சி செய்துவந்தனர். பின் பிண்டத்தின் அமைப்பு அதன் ரஸாயன குணங்களை ஒட்டிநிற்கிறது என்று தெரியவரவே ரஸாயன சாஸ்திரிகளும் அணு அமைப்பின் ரகசியத்தை வெளியாக்க முயன்றனர். அறிவு வளர வளர, புவியின் ஆக்கவமைப்பும், இயற்கை நியாயங்களும், நமது சந்தேகத்தை அதிகமாக்கிக்கொண்டேவருகின்றன. "அறிதோறறியாமை கண்டற்றால்" என்னுந் திருக்குறளடி இக்கருத்துப்பற்றியதே.* சந்தேகங்கள் பெருகவே, அவைகளை நீக்குதற்கு முதிர்ந்த அநேக அறிவாளிகள் தேவை. ஒத்துழைப்பு அவசியம். ஜாதிச்சண்டை கெடுதலை விளைவித்துத் தத்துவத்தை அறியமுடியாதபடி தடுக்கின்றது. இப்பொழுதோ "நான் பௌதிக சாஸ்திர நிபுணன். நானே

* இதன் பொருள்:—"நூல்களாலும் நுண்ணுணர்வாலும் பொருள்களை அறியவறிய முன்னையறியாமையைக் கண்டாற் போலும்."

"அறிவிற்கு எல்லையின்மையாய் மேன்மேல் அறியவறிய முன்னையறிவு அறியாமையாய் முடியும்."

பெரியவன். என்னால்தான் பிண்ட ரகசியத்தை வெளி யிடமுடியும். மற்றக் கலைவல்லுநர் என்னுதவியையே தேட வேண்டும்” என்று ஒரு பௌதிக சாஸ்திரியும், அதேவித மாக ரஸாயன சாஸ்திரியும், வேறு எந்த இயற்கை மதஸ் தனும் மார்தட்டி இறுமாப்புக்கொள்வதில்லை. ஜகத்துக் குக் காரணமாயிருக்கும் மூலப்பொருளின் உண்மையை எல்லோரும் ஒத்துழைத்தே காணமுடியும் என்ற எண் ணம் ஓங்கிக்கொண்டே வருகிறது. நமது முன்னோர்களா கிய ரிஷிகள் அறிந்து வெளியிட்ட பிண்ட-மூல-உண்மை யைத் தற்காலத்து ஆராய்ச்சிமுறைகள் நிலைபெறுத்து மென்ற அறிகுறிகள் தோன்றிவருகின்றன.

அத்தியாயம் 14

அணுபார-நிர்ணயம்
(Determination of Molecular Weights)

ஆவி-திண்மான-முறை (Vapour Density Method)

அணு அமைப்பைப்பற்றி முன் அத்தியாயத்தில் தெரிந்துகொண்டோம். தனிப்பொருள்களின் அணுக்களுக்கும், சேர்க்கைப்பொருள்களின் அணுக்களுக்கும் பரிமாணம் ஏற்படுத்தமுடியுமா? அதாவது அணு-பாரத்தை எவ்விதம் அளவிடமுடியும்? அணு என்பது மிகமிக நுண்ணியதாகையால் அதை எவ்வித நுட்ப தராசுகொண்டும் நேராக நிறுக்கமுடியாது. ஆனால் ஏதாவதொரு பொருளைப் பிரமாணமாக சங்கல்பித்துக்கொண்டு அதனுடன் கீழே கூறியவண்ணம் ஒப்பிட்டு மற்றப் பொருள்களின் அணுபாரங்களைத் தாரதரித்து அளவிடலாம். அப்ஜனக பரமாணுவையே பிரமாணமாக எடுத்துக்கொள்ளுகிறோம். ஆகையால் ஒரு பொருளின் அணுபாரம், அதன் அணு அப்ஜனக பரமாணுவைவிட எம்மடங்கு அதிக பாரமுள்ளது என்று குறிக்கும் எண்ணிற்குச் சமமாகும். சமான எடைகளைப்போலவே, அணுபாரங்களும் விகிதத்தைக் குறிக்கும் எண்களேயாகும். இயற்கைச் சாஸ்திர முறைகளிலெல்லாம், கிராம் நிறையையே உபயோகித்துவருவதால் அணு-பாரத்தையும் கிராம் நிறையில் தெரிவித்து அதை "கிராம்-அணு" (Gram molecule) என்று சொல்லுவோம். அவொகாட்ரோ நியாயத்தின்படி, கிராம்-அணு நிலையிலுள்ள எல்லா வஸ்துக்களும் ஒரே உஷ்ண-அமுக்கநிலையில் ஒரே பருமனுடையவைகளாக இருக்க வேண்டும். இந்நியாயத்தின் பயனாக, நாம் அணு-பாரங்களைத் தாரதர நிலையிற் கண்டுகொள்ளலாம். ஒரே பருமனுள்ள இரண்டு வாயு-பதார்த்தங்களை (ஒரே உஷ்ண-அமுக்க

நிலையில்) நிறுக்க, அந்நிறைகள், அவைகளின் அணு-பாரங்களின் விகிதத்திலேயே இருக்கும். ஆகையால், தாராதரத்திண்மைகளைக் கண்டுபிடித்து வாயுப்பதார்த்தங்களின் அணு-பாரங்களைக் கண்டுபிடிக்கலாம். "தாராதரத்திண்மை" என்பதை வரையறுத்துக் கூறுவோம்:—"ஒரே உஷ்ண-அமுக்க நிலையில்—(அநேகமாய் 0°ச, 760 ஸ.மீ. நிலையில்) எடுத்துக்கொண்ட வாயு-பதார்த்தத்தின் நிறை, அதே பருமனுள்ள, பிரமாணமாகச் சங்கல்பித்த வாயு-பதார்த்தத்தின் நிறையுடன் இருக்கும் விகிதமே அப்பொருளின் தாராதரத்திண்மையாம்." அநேகமாய் அப்ஜனகத்தை பிரமாணமாக வைத்து அதனுடனே ஒப்பிட்டுப் பார்க்கிறோம்.

மேற்கண்ட நியாயம் சாதாரணமாய் வாயுஸ்திதியிலுள்ள பொருள்களுக்குமட்டுந்தான் உரியதென்பதில்லை; ரஸாயன மாறுபாடடையாமல் ஆவியாய் மாற்றக்கூடிய எப்பொருளுக்கும் உரியது. ஆகையால் ஒரு பொருளின் ஆவி-திண்மை (Vapour density) என்பதற்கு இலக்கணங் கூறுவோம். "அப்ஜனகத்தின் ஆவி-திண்மை ஒன்றென்றிருக்க, எடுத்த பொருளின் ஆவி-திண்மைக்கும் அப்ஜனகத்தின் ஆவி-திண்மைக்குமுள்ள விகிதமே அப்பொருளின் ஆவி-திண்மையாம்." அதாவது ஒரே உஷ்ண அமுக்க நிலையில், எடுத்துக்கொண்ட பொருளினுடைய ஆவியின் நிறை அதே பருமனுள்ள அப்ஜனகத்தின் நிறையைவிட எவ்வளவு மடங்கு அதிக பாரமுள்ளது என்று குறிக்கும் எண்ணே அப்பொருளின் ஆவி-திண்மை. அவொகாட்ரோ நியாயத்தை ஆதாரமாகக்கொள்ள

$$\text{ஆவி-திண்மை} = \frac{\text{ஒரு பருமனளவுள்ள ஆவியின் நிறை}}{\text{அதே பருமனளவுள்ள அப்ஜனகத்தின் நிறை}}$$

$$= \frac{\text{ஆவியின் X அணுக்களின் நிறை}}{\text{அப்ஜனகத்தின் X அணுக்களின் நிறை}}$$

$$= \frac{\text{ஓரணு பொருளின் நிறை}}{\text{ஓரணு அப்ஜனகத்தின் நிறை}}$$

ஆகையால் ஒரு பொருளின் ஆவி-திண்மையைக் குறிக்கும் எண்ணும், ஓர் அப்ஜனக அணுவைவிட எடுத்த பொருளின் அணு எம்மடங்கு அதிக நிறையுள்ளது என்று காட்டும் எண்ணும் ஒன்றே. அணுபாரத்திற்குக் கூறிய இலக்கணத்தை இதனுடன் சேர்த்துப்பார்க்க

$$\text{அணுபாரம்} = \frac{\text{ஓரணு பொருளின் நிறை}}{\text{ஒரு பரமாணு அப்ஜனகத்தின் நிறை}}$$

$$\text{ஆவி-திண்மை} = \frac{\text{ஓரணு பொருளின் நிறை}}{\text{ஓரணு அப்ஜனகத்தின் நிறை}}$$

ஆகையால் அப்ஜனக அணுவில் எத்தனை பரமாணுக்கள் இருக்கின்றனவோ ஆவி-திண்மையின் அத்தனை மடங்கு, பொருளின் அணுபாரமாகும்.

அணுபார நிர்ணயங்களில் அவோகாட்ரோவின் நியாயம் எவ்வளவு முக்கியமானது என்று மேற்கண்ட விஷயங்களினின்று தெளிவுபடும். இப்பொழுது ஓரணு அப்ஜனகத்தில் எத்தனை பரமாணுக்களுள என்பதை ஆராய்தல்வேண்டும். ஒரு பருமம் அப்ஜனகம் ஒரு பருமம் ஹரிதகத்துடன் சேர்ந்து இரண்டு பருமம் அப்ஜனக-ஹரிதகையைக் கொடுக்கும் என்பதைச் சோதனை மூலம் நிரூபிக்கலாம். எனவே, அவோகாட்ரோ நியாயத்தின்படி X அணு அப்ஜனகம் X அணு ஹரிதகத்துடன் சேர்ந்து 2X அணு அப்ஜனக-ஹரிதகையைக் கொடுக்கும். ஆகையால் ஓரப்ஜனக அணு ஒரு ஹரிதக அணுவுடன் சேர்ந்து 2 அப்ஜனக-ஹரிதகை அணுக்களைக் கொடுக்கவேண்டும். அப்ஜனக-ஹரிதகை அணுக்கள் யாவும் ஒரேதன்மைப்பட்டவையாகையால் (பரமாணுவாதத்தின்படி) அப்ஜனக-ஹரிதக அணுக்கள் ஒவ்வொன்றும் ஸம்யோகமாகும்பொழுது இரண்டாகப் பிரிபட்டிருக்கவேண்டும். நமது கொள்கைப்படி பரமாணுக்கள் பிரிபடாதவையாகையால் மேற்கண்ட வாயுக்களில் ஒவ்வோரணுவிலும் இரட்டைப்படையான பரமாணுக்கள் அமைந்திருக்கவேண்டும்; குறைந்தது

இரண்டு பரமாணுக்களாவது இருக்கவேண்டும். (இதைப் பற்றி முன் அத்தியாயத்திற் கூறியுள்ளதையுங் கவனிக்க.) இன்னும் அமிலங்களைக் கவனிப்போம். அவை ஒவ்வொன்றும் இருபகுதிகள் கூடியது என்று கருதலாம். அதில் ஒன்று அப்ஜனகம். (விலக்கத்தகுந்த அப்ஜனகப் பகுதியில்லாத அமிலமே கிடையாது.) அமிலத்திலுள்ள அப்ஜனகத்தை ஓர் உலோகம் விலக்கி உப்பாக மாறும். ஒரு பரமாணு ஸோடியம் ஒரு பரமாணு அப்ஜனகத்தை விலக்க வல்லது என்பது பல சோதனைகளினின்றும் சில மூலாதாரக் கொள்கைகளினின்றும் தெரியவருகிறது. ஏதோ ஓர் அமிலத்தை எடுத்துக்கொள்வோம். அதன் ஓரணுவில் ஒரு பரமாணு அப்ஜனகமே யிருக்குமாயின், அவ்வமிலத்துடன் ஸோடியம் விகாரிக்க ஒரே ஒருவிதமான உப்பே உண்டாகும். அல்லாது, ஓர் அமில அணுவில் இரண்டு பரமாணு அப்ஜனகமிருக்குமாயின், அவற்றை ஒன்றன் பின்னொன்றாய் ஸோடியம் விலக்கும். ஆகையால் அங்கு இருவித உப்புக்கள் உண்டாகலாம். முதலிலுண்டாகும் ஓரணு உப்பில் விலக்கத்தக்க ஓர் அப்ஜனக பரமாணு இருக்கும். அதற்கு அமில-உப்பு (acid salt) என்று பெயர். கடைசியாக உண்டான மற்ற உப்பில் விலக்கத்தக்க அப்ஜனக பரமாணு இருக்காது. அதற்கு 'யதார்த்த உப்பு' (Normal salt) என்று பெயர். இதேவிதமாக விவகரித்துக்கொண்டு போக ஓரணு அமிலத்தில் எத்தனை விலக்கத்தக்க அப்ஜனக பரமாணுக்கள் இருக்கின்றனவோ அத்தனைவித ஸோடிய-உப்புக்களை அவ்வமிலத்திலிருந்து தயாரிக்கலாம். இதைப் பற்றி விரிவாகப் பின்னோரத்தியாயத்திற் கூற நேரிடும். அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்திலிருந்து (அப்ஜனக-ஹரிதகையின் நீர் விலயனம்) ஒரே ஒருவிதமான ஸோடிய-உப்பே கிடைக்கிறது. அப்ஜனகம் கூடிய ஸோடிய-ஹரிதகை இதுவரை யாவராலுந் தயாரிக்கப்படவில்லை. ஆகையால் அவ்வமிலத்தின் ஒவ்வோரணுவிலும் ஒரு பரமாணு அப்ஜனகமே இருத்தல்வேண்டும் என்பது தெளிவாகிறது.

ஓர் அணு அப்ஜனக-ஹரிதகையில் பாதி அப்ஜனக அணு இருக்கிறதென்று சற்று முன்பு காட்டினோம். இதிலிருந்து ஓரணு அப்ஜனகத்தில் இரண்டு பரமாணுக்கள் இருக்கவேண்டுமென்பது வெளிப்படை.

இதுவரை கண்டுபிடிக்கப்பட்ட அப்ஜனகஞ் சேர்ந்த எப்பொருளிலுமுள்ள அப்ஜனகம் அதே பருமனளவிலுள்ள அப்ஜனக-ஹரிதகையில் (ஒரே உஷ்ண அமுக்கநிலைகளில் ஒப்பிட்டுப்பார்க்கவேண்டும்.) காணப்படும் அப்ஜனகத்தைவிடக் குறைவாகக் காணப்படவில்லையென்பதும் மேற்கண்ட தீர்மானத்தைப் பலப்படுத்துகிறது. இன்னும் வாயுக்களின் தாரதர-உஷ்ணங்களைக் (Specific heats) கவனிக்குங்காலும் மேற்கண்ட தீர்மானமே சரியென்று வெளியாகிறது.

[ஒரு வாயுப்பொருளுக்கு இரு தாரதர-உஷ்ணங்கள் உண்டு. (1) பருமன் மாறுமலிருக்கும்பொழுதுள்ள தாரதர-உஷ்ணம் தப (Specific heat at constant volume C_v) (2) அமுக்கம் மாறுமலிருக்கும்பொழுதுள்ள தாரதர-உஷ்ணம் தஅ (Specific heat at constant pressure C_p). பின் சொல்லிய உஷ்ணமே அதிக அளவினுள்ளது. ஏனெனில் இங்கு வாயு விரிந்து வேலைசெய்யவல்லது. பௌதிகநூல் இதைப்பற்றித் தெளிவுபட விவரிக்கும். ஒரு வாயுவின் அணுக்கள் ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு பரமாணுவே இருக்குமாயின், அவ்வாயுவைத் தாக்கும் உஷ்ணம் அதனணு வேகத்தை அதிகப்படுத்துவதில் ஈடுபடும். ஆனால் அணுவில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்டுப் பரமாணுக்களிருக்குமாயின் அவற்றைத் தாக்கும் உஷ்ணம் அணுவேகத்தை அதிகரிப்பதுமல்லாமல், அணுவுக்குள்ளமைந்த பரமாணுக்களின் அசைவு வேகத்தை (atomic vibration) உயர்த்துவதிலும் ஈடுபடும். அவ்வித வாயுக்களின் $\frac{\text{த}_{\text{அ}}}{\text{த}_{\text{ப}}}$ என்னும் விகிதம் ஏக-பரமாணு-அணுக்களையுடைய வாயு (monatomic gas) விற்குரியதைவிடக் குறைவாயிருக்கும். ஏக-பரமாணு-அணுவாயுக்களில் $\frac{\text{த}_{\text{அ}}}{\text{த}_{\text{ப}}} = 1{\cdot}67$ என்றும் துவி-பரமாணு-

அணு (diatomic) வாயுக்களில் $\frac{\text{தி}_\text{அ}}{\text{தி}_\text{ப}} = 1{\cdot}4$ என்றும், அணுக்களில் பரமாணுக்களின் எண் அதிகமாக ஆக இவ்விகிதத்தின் மதிப்புக் குறைந்துகொண்டே வருகிறதென்றும் சோதனைகளினின்று அறிகிறோம். அப்ஜனகத்தின் $\frac{\text{தி}_\text{அ}}{\text{தி}_\text{ப}} = 1{\cdot}408$.]

அப்ஜனக அணுவில் இரண்டு பரமாணுக்கள் இருக்கின்றன என்று காட்டிவிட்டோம். ஓர் அப்ஜனக பரமாணு-பாரத்தை ஒன்று என்று சங்கல்பித்தால், அப்ஜனக அணு-பாரம் 2 என்று ஏற்படுகிறது. ஆகையால், எந்த வாயு-பதார்த்தத்தின் அணு-பாரமும் அதன் தாரதரத் திண்மையைப்போல இரண்டு பங்கு இருக்கும்.

அணுபாரம் $= 2 \times$ ஆவி-திண்மை.

[அதி நிஷ்கருஷையான வேலைக்கு அப்ஜனக பரமாணு பாரத்தை 1·008 என்று வைத்துக்கொள்ளவும் (0=16).

ஒரே உஷ்ண அமுக்க நிலையில் (தாரதர) ஆவி-திண்மை

$$= \frac{\text{ஒரு பருமவாயுவின் நிறை}}{\text{அதே பரும அப்ஜனகத்தின் நிறை}}$$

$$= \frac{\text{X-வாயு அணுக்களின் நிறை}}{\text{X-அப்ஜனக அணுக்களின் நிறை}}$$

$$= \frac{\text{1 வாயு அணுவின் நிறை}}{\text{ஒரு அப்ஜனக அணுவின் நிறை}}$$

$$= \frac{\text{1 வாயு அணுவின் நிறை}}{2{\cdot}016}$$

$\therefore$ வாயுவின் அணுபாரம் $= 2{\cdot}016 \times$ ஆவி-திண்மை.]

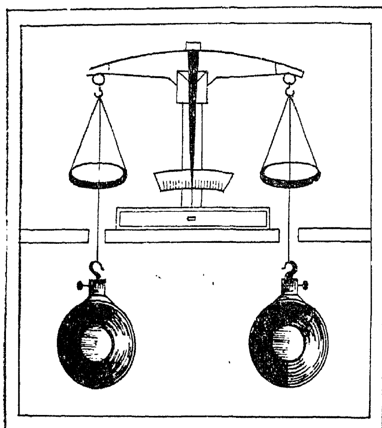
கீழே சொல்லியுள்ள முறைகளாற் கண்டுபிடிக்கப்படும் ஆவி-திண்மை சிறிதளவு பிழைக்குட்பட்டதாகையால், ஆவி-திண்மையை இரண்டாற் பெருக்கிவந்த எண்ணையே அணுபாரமாக எடுத்துக்கொள்வது வழக்கம்.

சாதாரணமாகத் திரவ நிலையிலிருக்கும் பொருள்களை ஆவியாக மாற்றி, அவ்வாவிகளின் நிறையை அப்ஜனகத்

துடன் ஒப்பிட்டுக் கணக்கிடும் விகிதமே ஆவி-திண்மையை குறிக்கும். இதைக் கண்டுபிடிக்க ஐந்து முறைகள் உண்டு :—

(1) ரேஞே முறை (Regnaults' method)

கிட்டத்தட்ட ஒரே பருமனுள்ளனவும், பொருத்தமுள்ள அடைப்பான்களை யுடையனவுமான இரண்டு கண்



ரேஞே முறைப்படி
அணு-பாரத்தை நிர்ணயித்தல்

படம் 69

ணாடிக்குண்டுகள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. வாயு வாகர்ஷணி யந்திரத்தால் ஒரு குண்டிலுள்ள காற்றை முடிந்த வரையில், ஒழித்து, இரண்டு குண்டுகளையும் திராசில் தொங்கவிட்டு எடைகட்டவேண்டும். காற்றொழிந்த குண்டில், வேண்டிய வாயுவைப் புகவிட்டு, அதன் உஷ்ணம், அழுக்கம் இவைகளைத் தெரிந்து, மறுபடியும் திராசில் மாட்டி எடைகட்டவும். மற்றொரு குண்டு எதற்காக உப

யோகிக்கப்படுகிறது? காற்றின் உத்பீடனத்தால் (Buoyancy of air) ஏற்படும் பிழையை நீக்குவதற்கே. ஒன்றுமில்லாத நிலையிற் குண்டின் நிறையையும், அதில் முழுதும் சுத்தத்தண்ணீர் நிரம்பிய நிலையில் அதன் நிறையையுங் கண்டுபிடித்துத் தண்ணீரின் நிறையைக் கணக்கிட்டு, அந் நிறையைச் சோதனை உஷ்ணநிலைக்குரிய 1 க. ச. மீ. தண்ணீரின் நிறையால் வகுத்துக் குண்டின் பருமனைக் கணக்கிடலாம். அதுதான் எடுத்துக்கொண்ட வாயுவின் பருமனும். (மறுபடியும், அக்குண்டை ஈரம்போகச்செய்து, உள்ளிருக்கும் காற்றை ஒழித்து, அதில் அப்ஜனகத்தைப் புகவிட்டு எடைகட்டி, அதே பருமனுள்ள அப்ஜனகத்தின் நிறையைக் கணக்கிட்டும் ஆவி-திண்மையை அறியலாம்.) அடியிற் குறிப்பிட்டபடி வாயுவின் திண்மானத்தைக் கணக்கிடுக.

ரேனோ முறையால் பாக்கியச-பிராணையின் (Nitrous Oxide) திண்மையைச் சோதித்ததில், அடியிற்கண்ட நிறை, பருமன் முதலியவை அடையப்பட்டன :—

ஒரு குண்டின் காற்றை ஒழித்தபிறகு, குண்டுகளின் எடைவித்தியாசம் $=11{\cdot}937$ கி.

இக்குண்டில் $0°$ச-ல் பாக்கியச-பிராணையைப் புகவிட்ட பிறகு, எடைவித்தியாசம் (இக்குண்டின் நிறை அதிகமானது) $=6{\cdot}855$ கி.

இக்குண்டின் பருமன் $=9730$ க.ச.மீ.

வாயுமண்டல அமுக்கநிலை $=74{\cdot}7$ ச.மீ.

தி.உ.அ.நிலையில் 1000 க.ச.மீ. அப்ஜனகத்தின் நிறை $=0{\cdot}09$ கி.

குண்டிலுள்ள பாக்கியச-பிராணையின் நிறை
$=11{\cdot}937+6{\cdot}855=18{\cdot}792$ கி.

தி.உ.அ நிலையில் வாயுவின் பருமன்

$$=\frac{9730\times 74{\cdot}7}{76} \text{ க.ச.மீ.}$$

∴ தி.உ.அ. நிலையில் 1000 க.ச.மீ. பாக்கியச-பிராணை

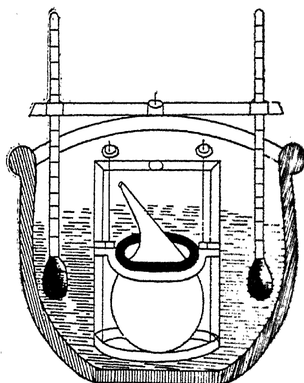
யின் நிறை $= 18{\cdot}792 \div \frac{9{\cdot}730 \times 74{\cdot}7}{76} = \mathbf{1{\cdot}964}$ கி.

∴ வாயுவின் திண்மை $= \frac{1{\cdot}964}{0{\cdot}09}$

பாக்கியச-பிராணையின் அணுபாரம்

$= \frac{2 \times 1{\cdot}964}{0{\cdot}09} = \mathbf{43{\cdot}64}.$

இம்முறை வாயுக்களின் அணுபாரத்தை அளவிட உரியது.



ட்யூமாஸ் முறையால் அணு-பாரத்தை நிர்ணயித்தல்.

படம் 70

(2) ட்யூமாஸ் முறை (Dumas' Method)

100 அல்லது 150 க.ச.மீ. பருமனுள்ள இலேசான நீண்ட கழுத்துள்ள கண்ணாடிக் குண்டுப் பாத்திரத்தில் 6-7 கி. நிறையில் வேண்டிய திரவப்பொருளை எடுத்து, அதன் கொதிநிலையைவிட 20° அல்லது 30° அதிக

அளவிற் கொதிநிலையிலுள்ள திரவமிருக்குந் தொட்டியில் வைத்து, அதிலுள்ள திரவத்தைக் கொதிக்கவிட்டுமாஸ் குண்டிலிருக்கும் திரவம் கொதித்து ஆவியாக மாறும். தொட்டியிலிருக்கும் திரவத்தின் உஷ்ணம் சோதனையின் ஆரம்பம்முதற் கடைசிவரையில் ஒரேநிலையிலிருக்கவேண்டும். தொட்டித் திரவத்தின் கொதிநிலையாகிய இவ்வுஷ்ண நிலையைக் குறித்துக்கொள்ளவும். திரவ ஆவி இனி வெளிவராது என்று தெரிந்தபிறகு, (கழுத்து நுனிக்கெதிரில் ஒரு சுத்தமான கண்ணாடித் தகட்டைப் பிடிக்க, அது மங்காதிருந்தால் ஆவி வெளியேறிப் படிய வில்லை என்பது நிச்சயம்.) குண்டின் காம்பை ஊது-குழல் (Blow Pipe) ஜ்வாலையிற் காட்டி, உருக்கி அடைத்துவிட வேண்டும். இவ்வுபகரணத்தைக் குளிரவைத்து, வெளிப் பாகத்தைச் சுத்தம்செய்து, ஈரமில்லாத நிலையில் நிறுக்க வேண்டும். அதன்பின், அதன் நுனியைத் தண்ணீருக்குள் வைத்து, ஒடிக்க, குண்டுப்பாத்திரம் முழுவதிலும் தண்ணீர் ஏறி நிரம்பும். (பூராவும் நிரம்பாதுபோனால், மிஞ்சிநிற்கும் காற்றின் பருமனைக் குண்டின் பருமனிலிருந்து கழிக்கவேண்டும்.) அடியிற் கணக்கிடப்படுவதிலிருந்து இம்முறையை நன்றாய் அறியலாம்:—

வனேடிய ஹரிதகையின் அணுபாரம்

(9°ச, 760 ஸ.மீ. நிலையில்) காற்றுள்ள குண்டுப் பாத்திரத்தின் நிறை = 24·4722 கி.

(அதே உ. அ. நிலையில்) வனேடிய ஹரிதகை ஆவியுள்ள குண்டின் நிறை = 25·0102 கி.

தொட்டித் திரவத்தின் உஷ்ணம் = 215 ச

குண்டை அடைத்த சமயத்தில் அழுக்கம் = 762 ஸ.மீ.

சுத்தத் தண்ணீர் நிறைந்த குண்டின் நிறை = 194·0 கி.

9°ச-ல் தண்ணீரின் நிறை = 169·5 கி.

அதன் பருமன் (சுமாராக) $=169{\cdot}5$ க.ச.மீ.

வஸ்துவின் தோற்ற (apparent) நிறை $=0{\cdot}53$ கி.

காற்றின் உத்பீடனத்தால், குண்டின் நிறை குறைவாகவே இருந்திருக்கும்.

தி.உ.அ. நிலையில் 1 க.ச.மீ. காற்றின் நிறை $=0{\cdot}001293$ கி.

9°ச, 762 ஸ.மீ. நிலையிலுள்ள 169·5 பருமனை தி.உ.அ. நிலைக்குக் கொண்டுவந்தால் அதன் பருமன்

$$=\frac{169{\cdot}5\times762\times273}{760\times282}\text{ க.ச.மீ.}$$

அப்பருமக்காற்றின் நிறை

$$=\frac{169{\cdot}5\times762\times273\times{\cdot}001293}{760\times282}=0{\cdot}213\text{ கி.}$$

வனேடிய ஹரிதகை ஆவியின் உண்மை நிறை

$$=0{\cdot}53+0{\cdot}213=0{\cdot}751\text{ கி.}$$

215°ச, 762 ஸ.மீ. நிலையிலுள்ள 169·5 பருமனை தி.உ.அ. நிலைக்குக் கொண்டுவர

$$\frac{169{\cdot}5\times762\times273}{760\times488}=95{\cdot}10\text{ க.ச.மீ.}$$

95·10 க.ச.மீ. ஆவியின் நிறை $=0{\cdot}751$ கி.

1000 க.ச.மீ. ,, ,, $=\frac{0{\cdot}751\times1000}{95{\cdot}1}$ கி.

ஆவியின் தாரதரத்திண்மை $=\frac{0{\cdot}751\times1000}{95{\cdot}1}\div0{\cdot}09$

$=$**87·75**

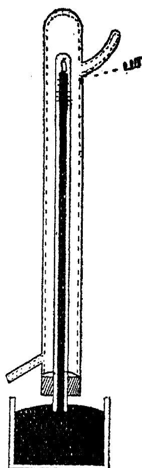
வனேடிய-ஹரிதகை அணு-பாரம் $=2\times87{\cdot}75$

$=$**175·5.**

பீங்கானால் அல்லது பிளாடினத்தால் செய்யப்பட்ட குண்டுகளை உபயோகப்படுத்தி, அதிக உஷ்ணநிலையில் ஆவியாக மாறும் வஸ்துக்களின் அணு-பாரத்தைக் கண்டுபிடிக்கலாம். ஆனால் இம்முறையில், வஸ்து அதிக அளவில் தேவையாக இருப்பதுடன் வீணாகும்.

(3) ஹோப்மான் முறை (Hofmann's Method)

சாதாரண வாயுமண்டல அமுக்கநிலையில் சில பொருள்கள் அவற்றின் கொதிநிலைக்குச் சூடுசெய்யப்படுமாயின் விபாகித்துவிடும். ஆனால் அவற்றைக் குறைந்த அமுக்கங்களிற் சூடுசெய்ய, அவை விபாகிக்காமல் முன்னிலுங் குறைந்த உஷ்ணநிலையில் கொதித்து ஆவியாகும். ஒரு பொருளின் கொதிநிலை அமுக்கம் குறையக்குறையக் குறைவுபடும். (193-ம் பக்கம் பார்க்க.) அவ்விதப்பொருள்களின் அணுபாரங்களை ட்யூமாஸ், விக்டர்-மேயர்முறைகளால் அளவிட முடியாது. அவ்வித நிர்ணயங்களுக்கு ஹோப்மான் முறை மிக மேலானது. எடை தெரிந்த ஒரு பொருளை அது விபாகிக்காத உஷ்ண-அமுக்க நிலையில் ஆவியாக்கி அவ்வாவியின் பருமனை அளத்தலே இம்முறையின் சிறப்பாம்.



ஹோப்மான் முறைப்படி அணுபாரத்தை நிர்ணயித்தல்.

படம் 71

71-வது படத்திற் காட்டியபடி, உபகரணத்தை ஜோடித்துப் "பா" என்று காட்டப்பட்ட சிறிய கண்ணாடி

அடைப்பானுள்ள சீசாவில், வேண்டிய பொருளை எடுத்து, முறைப்படி அதன் நிறையைக் கண்டுபிடிக்கவும். உரிய கொதிநிலையுள்ள திரவத்தைக் கூஜாவிற் கொதிக்கவைத்து, அதன் ஆவியைப் பாரமானிக் குழாய்க்கும் கவசத்திற்கும் (Jacket) இடையே செலுத்திச் சூடுசெய்யவும். எடுத்த பொருளுள்ள சீசாவை இரஸம் நிறைந்த குழாயினடியில் விட, அது மேலே கிளம்பி வெற்றிடத்திற்குச் சென்று ஆவியாக மாறும். சாமிய ஸ்திதி (Equilibrium) அடைந்ததும், ஆவியின் பருமனை வாசிக்கவும். அடிப்பாத்திரத்தி லுள்ள இரஸ மட்டத்திற்கு மேல், குழாய்க்குள் நிற்கும் இரஸத்தின் உயரத்தையும் வாசிக்கவும். (பாரமானிக் குழாயின் தண்டில் பருமனும் நீளமும் குறிக்கப்பட்டிருக்கும்.)

இங்கால-சதுர்-ஹரிதகையின் (Carbon tetra-chloride) அணு-பாரத்தை அறிதல் :—

திரவத்தின் நிறை $=0{\cdot}338$ கி.

ஆவியின் பருமன் $=109{\cdot}8$ க.ச.மீ.

கவசத்திற் சென்ற ஆவியின் உஷ்ணம் (கூஜாவிலுள்ள திரவத்தின் கொதிநிலை) $=99{\cdot}5^\circ$ச.

வாயுமண்டல அமுக்கம் $=746{\cdot}9$ ஸ.மீ.

குழாயில் இரஸத்தின் உயரம் $=283{\cdot}4$ ஸ.மீ.

ஆவியின் அமுக்கம் $=746{\cdot}9-283{\cdot}4=463{\cdot}5$ ஸ.மீ.

இந்நிலையிலுள்ள ஆவியின் பருமனைத் தி.உ.அ. நிலைக்குக் கொண்டுவர, அதன் பருமன்

$$\frac{109{\cdot}8\times463{\cdot}5\times273}{760\times372{\cdot}5}=49{\cdot}09 \text{ க.ச.மீ.}$$

இதன் நிறை $=0{\cdot}338$ கி.

1000 க.ச.மீ. ஆவி நிறை $=\frac{{\cdot}338\times1000}{49{\cdot}09}$ கி.

வஸ்துவின் ஆவி-திண்மை $=\frac{{\cdot}338\times1000}{49{\cdot}09\times{\cdot}09}=\mathbf{76{\cdot}47}$

இங்கால-சதுர்-ஹரிதகையின் அணு-பாரம்

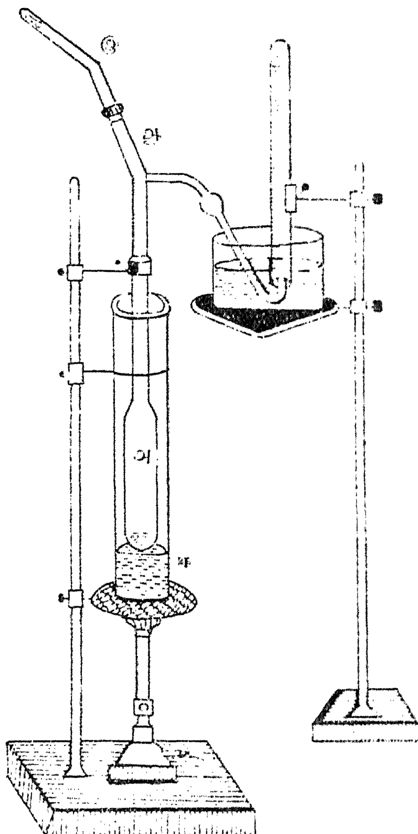
$=2\times76{\cdot}47=\mathbf{152{\cdot}94}$.

(4) விக்டர்-மேயர் முறை (Victor-Meyer's method)

விக்டர்-மேயரும் அவர் சீடர்களும் பற்பல புது ரஸாயனப் பொருள்களைத் தயாரித்தனர். அவற்றின் ஆவி திண்மைகளைக்காண, சுலபமாகவும் சீக்கிரமாகவும் அதிகப் பிழையின்றியும் அளக்குங் கருவி தேவையாயிருந்தது. அவ்விதக் கருவியை விக்டர்-மேயர் கண்டுபிடித்தார்.

இம்முறையில் உபயோகப்பட்டுவரும் உபகரணங்கள் அநேகமுண்டு. அவைகளிற் கடைசியாகச் சீர்ப்படுத்தப் பட்ட உபகரணத்தையே இங்கே கவனிப்போம். ஒன்றி லொன்று நன்றாய்ப் படியும்படி தேய்க்கப்பட்ட அ, ஆ, இ என்ற மூன்று தொடுப்புக்களைக் (72-வது படம்) காண். 'அ' என்பது தடியான கண்ணாடித் தகட்டாற் செய்யப் பட்ட குழாய். அதற்குள் சிறு கண்ணாடிச் சீசா விழுந்தால் அடிப்பாகம் தெறித்துவிடாமலிருக்க அதனடியிற் சிறித ளவு கல்நார்த்துண்டுகளைப் போடவேண்டும். 'அ' என் பதை 'ஈ' என்ற பாத்திரத்தில் தாழ்த்திக் கூடுசெய்ய வேண்டும். 'ஈ' என்னும் (கண்ணாடியால் அல்லது தாமிரத் தாற் செய்யப்பட்ட) பாத்திரத்தில், எடுத்த பொருளின் கொதிநிலையைவிட 20°–30° அதிக உஷ்ணநிலையில் கொதிக் கும் உரிய திரவத்தை (சுமார் 100 க. ச. மீ.) எடுத்துக் கொதிக்கவிடவேண்டும். 'ஆ' என்பதில் விடுகுழாய் பொருத்தப்பட்டிருப்பதைக் காண். விடுகுழாயின் நுனி யைத் தண்ணீரில் அமுக்கி அதற்குமேல் தண்ணீர் நிரம்பிய அளவுகுழாயை நிறுத்திவைக்கவேண்டும். 'இ' என்பது ஒரு விரிகோண-வளைவுகுழாய். வேண்டிய வஸ்துவை ஒரு சிறு கண்ணாடி அடைப்பானுள்ள சீசாவில் எடுத்து, அச் சீசாவை 'இ' என்ற குழாயின் மேற்பாகத்தில், படத்திற் காட்டியபடி வைக்கவேண்டும். சீசாவில் வேண்டிய அளவு வஸ்துவை முறைப்படி நிறுத்து உபகரணத்தைப் படத்திற்காட்டியபடி ஜோடித்து, அளவு குழாயை விடு குழாயின் நுனிக்கு மேலிராமல் தள்ளிவைத்துவிட்டு, 'ஈ'

என்பதிலிருக்கும் திரவத்தைக் கொதிக்கவிடுவர். ... யிலுள்ள காற்று சூடாகிப் பெருத்து விரிந்து ...



விக்டர்-மேயர் முறைப்படி [illegible]

படம் 72

யாய்ச் சென்று தண்ணீரிற் கொப்பளித்து வெளிசெ... குழாயிலுள்ள காற்றின் உஷ்ணத்தை ப...

அடைந்தவுடன் விடுகுழாயின் நுனி வழியாகக் காற்று வெளிவருவது நின்றுவிடும். அப்பொழுது அளவு குழாயை விடுகுழாய் நுனியில் மேல்நிறுத்தி, 'இ' என்ற குழாயைத் திருப்பச் சிறிய சீசா 'அ' என்ற குழாய்க்குள் விழவே, அதிலுள்ள வஸ்து, வெகு விரைவாக ஆவியாக மாறி அடைப்பானைத் தள்ளிவிடும். வஸ்து பூறுவும் ஆவியாக மாறி மேலே கிளம்பி அதன் பருமஅளவிற் காற்றை வெளியே விலக்கக் காற்று விடு குழாயின்வழியாக அளவு குழாய்க்குள் குமிழித்து மேலே போகும். காற்று வெளிவருவது நின்றவுடன், அளவு குழாயை விடுகுழாயின் நுனியைவிட்டு நீக்கி அதன் வாயைச் செவ்வையாய் விரலால் மூடி, அகன்ற வாயையுடைய பாத்திரத்திலுள்ள தண்ணீருக்குள் அமுக்கி, (படம் 66) விரலை எடுத்துவிட்டு, அதில் 20 அல்லது 30 நிமிஷங்கள் வரையில் இருக்கச்செய்யவேண்டும். தண்ணீரின் உஷ்ணநிலைக்கு அளவு குழாய் வந்தவுடன், தண்ணீர் மட்டம் உள்ளும் வெளியும் சமமாக இருக்கச்செய்து, காற்றின் பருமனை வாசிக்கவேண்டும். தண்ணீரின் உஷ்ணநிலையையும், வாயுமண்டல அமுக்கத்தையுங் குறித்து, அடியிற் கண்டவாறு, வஸ்துவின் ஆவி-திண்மையையும், அணு-பாரத்தையும் கணக்கிடவேண்டும்.

க்ளோரோபாமின் (Chloroform) அணு-பாரத்தைக் கண்டுபிடித்தல் :—

சீசாவின் நிறை $=1\cdot018$ கி.

சீசா + க்ளோரோபாரம் நிறை $=1\cdot085$ கி.

க்ளோரோபாரத்தின் நிறை $=0\cdot067$ கி.

விலக்கப்பட்ட காற்றின் பருமன் $=14\cdot5$ க.ச.மி.

தண்ணீரின் உஷ்ணநிலை $=28^\circ$ச

வாயுமண்டல அமுக்க நிலை $=762$ ஸ.மீ.

28°ச-ல் நீராவி அமுக்கம் $=28$ ஸ.மி.

விலக்கப்பட்ட காற்றின் அமுக்கம்

$=762-28=734$ ஸ.மி.

நி.உ.அ. நிலையில் காற்றின் பருமன் =

$$\frac{14 \cdot 5 \times 734 \times 273}{760 \times 301} = 12 \cdot 71 \text{ க.ச.மீ.}$$

12·71 க.ச.மீ. ஆவியின் நிறை = 0·067 கி.

1000 க.ச.மீ. ஆவியின் நிறை $\frac{0 \cdot 067}{12 \cdot 71} \times 1000$ கி.

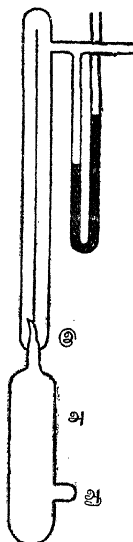
ஆ. நி. $= \frac{0 \cdot 067 \times 1000}{12 \cdot 71 \times 0 \cdot 09} =$ **58·56**

அணு-பாரம் $= 58 \cdot 56 \times 2 =$ **117·12.**

(உண்மை அணு-பாரம் = 119·5)

விக்டர்-மேயர் முறையில் ஒரு பொருளின் ஆவியை நேரே அளக்காமல், அதனால் விலக்கப்படும் காற்றின் பருமனையே அளவிடுகிறோம். அப்பொருளின் ஆவி, அளவிடப்பட்ட காற்றின் உஷ்ண-அழுக்க நிலைக்குக் கொண்டுவரப்பட்டால் எவ்வளவு பருமனுடையதாயிருக்குமோ, அந்தப் பருமனும், அளவிட்ட காற்றின் பருமனும் சமம். இம்முறையில் வஸ்து ஆவியாக இருக்கும்போது, அதன் உஷ்ண நிலையைக் கணக்கில் உபயோகிக்கவேண்டியதில்லை. இது ஒரு சாதகம். வெளிப் பாத்திரத்தின் உஷ்ணநிலை பொருளின் கொதிநிலையைவிட ஏன் அவ்வளவு அதிகமாயிருக்கவேண்டும் என்பதின் காரணம் இதிலிருந்து வெளியாகும். திரவம் திடீரென்று ஆவியாகிக் காற்றை விலக்கும். அங்கு வியாபகம் ஏற்படக்கூடாது. ஆவி காற்றுடன் வியாபித்துச் சென்றுவிட்டால் பிழை நேரும். இவ் வியாபகம் ஏற்படாவண்ணம் குழாயின் அமைப்பும் ஒருவாறு காக்கும். பின்கூறும் அல்லது பிரயோகத்திற் கொள்ளப்பட்ட உபகரணங்களைக் கொண்டு அதிக உஷ்ண நிலைகளில் ஆவியாகும் பொருள்களின் அணு-பாரங்களைக் கணக்கிடலாம். 70° ச-க்குக் குறைவான கொதிநிலையுடைய திரவத்தின் அணுபாரத்தை அளக்க வெளிப்பாத்திரத்தில் தண்ணீரையும், அதிகக் கொதிநிலையுடைய திரவத்தின் அணுபாரத்தை அளக்க அனிலீன் (Aniline—கொதி

நிலை 182°), பாரபின் எண்ணெய், விளக்கெண்ணெய் முதலியவற்றில் ஏதாவதொன்றையும் சந்தர்ப்பத்திற்கேற்றவாறு உபயோகிக்கவும்.



கண்ணுடி வில் விசை இறுக்கமானி முறைப்படி அணு-பாரத்தை நிர்ணயித்தல்

படம் 73

(5) கண்ணுடி-வில்விசை-இறுக்கமானி முறை (Glass Spring-Tensimeter Method)

73-வது படத்திற் காட்டிய உபகரணத்தில் 'அ' என்னும் கண்ணுடிக்குண்டில் நிறைதெரிந்த பொருளை எடுத்து, உள்ளிருக்கும் காற்றை ஒழித்து, 'ஆ' என்ற இடத்திற் குண்டை உருக்கி அடைத்துவிடவும். 'அ' என்ற குண்டு 'இ' என்ற மெல்லிய கண்ணுடியாற் செய்யப்பட்ட

சூத்திரத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. அச்சூத்திரத்துடன் சுட்டுக்கோல் (Pointer) இணைக்கப்பட்டு இருக்கிறது. சுட்டுக்கோலின் மேல் நுனியில் ஒரு சிறிய கண்ணாடி உருவங்காட்டி (Mirror) அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. (படத்தில் காட்டப்படவில்லை). இதனுதவியால், சுட்டுக்கோலின் அற்ப ஸ்தானபேதத்தையும் பிரதிபலித்தல் முறையால் (Reflection Method) தெளிவாகக்காணலாம். கண்ணாடிச் சூத்திரமும் சுட்டுக்கோலும் ஒரு கண்ணாடிக் கவசத்தில் அடைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இது மூவ்வழிக்குழாயின் சாதகத்தால் வாயுயந்திரத்துடனும், வாயுவமுக்கமானியுடனும் (Manometer) இசைக்கப்பட்டிருக்கிறது. மற்றொரு சோதனையால் 'அ' என்னும் குண்டின் பருமனைக் காணவேண்டும். 'அ' என்பதை வேண்டிய அளவிலும், ஒரே உஷ்ண நிலையிலும் (இவ்வுஷ்ண நிலை, கொதிப்பு நிலையாகக் கண்டுபிடிக்கப்படவேண்டும்) சூடு செய்ய, 'அ' விலுள்ள பொருள் ஆவியாக மாறும். ஆனால் அமுக்கம் அதிகரிப்பதால் அது 'இ' என்ற சூத்திரத்தைத் தாக்கி, வளையச்செய்யும். சுட்டுக்கோலும் நகரும். சூத்திரத்தின் உள்ளும் வெளியும் ஒரே அமுக்கநிலை பொருந்தியிருந்தாலொழியச் சூத்திரம் வளையும். அந்நிலையில்தான் சுட்டுக்கோல் பூஜ்ய நிலையில் அமரும். ஆகையால், உள்ளும் வெளியும் ஒரே அமுக்கநிலை பொருந்தியிருக்குமாறு வாயுயந்திரத்தை வேலை செய்து, சுட்டுக்கோல் பூஜ்யநிலையில் அமரும் வரையில் காற்றைக் கவசத்திற்குட் புகவிடவும். புகவிட்ட காற்றின் அமுக்கநிலை 'அ' என்பதிலுள்ள ஆவி-அமுக்க நிலைக்குச் சமமாக இருக்கவேண்டும். இவ்வமுக்க அளவை வாயுவமுக்கமானியில் வாசிக்கலாம்.

ஆவி ஸ்திதியில் பொருளின் நிறை, பருமன், உஷ்ண நிலை, அமுக்கம் எல்லாவற்றையுமறிந்தபிறகு, ஆவி-திண்மையையும், அணு-பாரத்தையும் கணக்கிடலாம். மற்ற முறைகளைக்காட்டிலும் இம்முறையால் அணு-பாரத்தைச் சுலபமாகக் கணக்கிடலாகும். பொருளின் ஆவி, வாயு-நியாயங்

களைப் (Gas-Laws) பின்பற்றிய சமயங்களிலும், ஆவியாக மாற்றப்படவேண்டிய உஷ்ணநிலையில், பொருள் பிரிந்து விகாரிக்காமலிருக்குஞ் சமயங்களிலுமே, இந்த ஆவி-திண்மான முறைகளாற் கணக்கிடப்பட்ட அணுபாரங்கள் சரியாயிருக்கும். முதல் நான்கு முறைகளால் அணு-பாரத்தைச் சரிவரக் கண்டுகொள்ளமுடியாது. ஆனால், ஒரு பொருளின் சங்கலனத்தை அதிக சூக்ஷ்மமாக ரஸாயன விபாக முறைகளாற் கணக்கிடலாம். ஆவி-திண்மான முறையாற் கண்டுகொண்ட அணு-பாரத்திலிருந்தும் பொருளின் சங்கலனத்திலிருந்தும் உண்மை அணு-பாரத்தை அறியலாம். உதாரணம்:—க்ளோரோபாமை விபாகமுறையாற் சோதிக்க அதன் சுலப சங்கேதபாரம் (Empirical Formula Weight) 119·5 என்று வெளிப்படுகிறது. அதன் உண்மை அணு-பாரம் 119·5 அல்லது அதன் குணிதமாக இருக்கவேண்டும். ஆவி-திண்மான முறையில் அதன் அணு-பாரத்தை 117·12 என்று கண்டோம். ஆகையால், அதன் உண்மை அணு-பாரம் 119·5 ஆகத்தானிருக்க வேண்டுமேயொழிய அதன் குணிதமாயிருக்கமுடியாது.

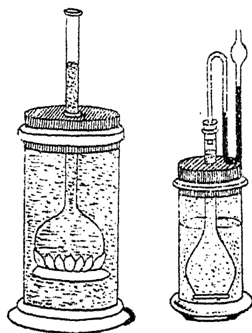
ஆஸ்மாஸிஸ் அல்லது **அத்யவி**[1] (Osmosis) :—சில பொருள்களைச் சூடுசெய்து ஆவியாக மாற்ற, அவை பிரிந்து விகாரிக்கும். அவற்றின் அணு-பாரங்களை ஆவி-திண்மான முறையாற் கணக்கிடமுடியாது. அவற்றின் அணு-பாரங்களைக் கண்டுபிடிக்க வேறு சில முறைகள் உண்டு.

நீள விரிகுழலின் (Thistle funnel) வாயைத் தோற்காகிதத்தால் (Parchment Paper) மூடி, இடைவெளியில்லாமற் கட்டி, அதில் துத்த விலயனத்தை (சர்க்கரை விலயனத்தையுமுபயோகிக்கலாம்) ஊற்றித் தண்ணீர்த் தொட்டியில் விலயனத்தின் மட்டம் தண்ணீர் மட்டத்துடன் ஒத்திருக்கும்படி அமுக்கித் தக்கையின் உதவி

---

[1] **अत्यवि** = Ved. Passing over or through sieve or strainer. Epithet of Soma. (Apte)

கொண்டு நிறுத்திவை. நேரமாக ஆக குறுகிய குழாயில் திரவமட்டம் உயர்ந்துகொண்டேபோவதைப் பார்க்கலாம். தொட்டித் தண்ணீரும் சிறிதளவு நீலவர்ணமாய் மாறியிருக்கும். இத்தோற்றம், இரண்டு வாயுக்கள் நுண்ணிய துவாரம் பொருந்திய பொருளாற் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும்



ஆஸ்மாடிக் அமுக்கத்தைக் காட்டும் உபகரணம்

படம் 74

பொழுது, அவை ஒன்றிலொன்று வியாபிப்பதை ஒத்திருக்கிறது. குழாயிலிருந்து துத்தம் வெளியே வருவதைவிட அதிக வேகமாய்த் தண்ணீர் உள்ளே செல்லுகிறது. இதற்கு ஆஸ்மாஸிஸ் (Osmosis—Gk. Osmos = தள்ளு) என்று பெயர். தோற்காகிதத்திற்குப் பதிலாக ஜவ்வை[1] உபயோகிக்க அதின் வழியாகத் தண்ணீரே அதிக விரைவாகச் செல்லும்; துத்தம் நிரம்ப மெதுவாகவே செல்ல முடியும். கரைந்த பொருளை ஊடுருவிச் செல்லவிடாமல், தண்ணீரையே (திராவகத்தையே) செல்லவிடும் தன்மை

[1] கருவை எடுத்தபின்பு முட்டையோட்டை நீர்ப்பட்ட ஹைட்ரோ-குளோரிக்காமிலத்திற் சிறிதுநேரம் அமுக்கியிருக்கவேண்டும். பின்பு முட்டையோட்டைச் சுவணத்துடன் சில்லுச்சில்லாக எடுத்துவிட உட்புறமிருக்கும் மெல்லிய ஜவ்வைப் பெறலாம். அதை மேற்கண்ட சோதனையில் உபயோகிக்கலாம்.

புடைய ஒரு பொருளைக் கண்டுபிடிக்க முயன்றார்கள். தாமிர-அயச-காலகை (Copper ferro-cyanide) இத் தன்மையுடையது என்று கண்டனர்.

நுண்ணிய துவாரங்களையுடைய நய மண்போகணியில் துத்த விலயனத்தை எடுத்து (1000 க. ச. மீ. தண்ணீரில் 2·5 கி.) அதைக் கழுத்துமட்டம்வரையில் பொட்டாஸிய அயசகாலகை (Potassium ferro-cyanide) விலயனத்தில் (1000 க.ச.மீ. தண்ணீரில் 2·1 கி.) அமுக்கிவைக்க, இரண்டு விலயனங்களும் மண் சுவருக்குட் சந்தித்து விகாரித்துத் துவாரங்களில் தாமிர-அயச–காலகையைத் தங்கும்படி செய்யும். இக்கடியை (cell) வெளியிலெடுத்துச் சுத்தமான தண்ணீர்விட்டுக் கழுவி, வீரிய (Concentrated) சர்க்கரை விலயனத்தால் நிரப்பிக் குறுகிய குழாயைத் தக்கையிற் செருகி, அத்தக்கையாற் கடியின் வாயைச் செவ்வையாய் மூடித் தக்கையின் வெளிப்பாகத்தில் மெழுகு தடவி, உபகரணத்தைத் தண்ணீருக்குள் அமுக்கி, ஓரிடத்தில் வைக்கவும் (ட்ராப் முறை Traube's method). குழாயில், திரவம் ஏறிக்கொண்டேவரும். சில நாட்களில் திரவம் ஒரு மட்டத்திற்கு வந்து, அதன் பிறகு மேலே செல்லாது. இந்நிலையிலேயே பல நாட்கள் வரையிலும் இருக்கும். இந்நிலையில், கடியினுட்புறத்தில் அமுக்கமதிகமாயிருக்கும். இவ்வமுக்கம்＝தண்ணீர் மட்டத்திற்கும் குழாயிலுள்ள திரவ மட்டத்திற்குமுள்ள உயரவிலயனம். கடியைத் தண்ணீரில் அமுக்கிவையாமல், கடியிலுள்ள விலயனத்தைவிட அதிக வீரியமுள்ள சர்க்கரை விலயனத்தில் அமுக்கிவைத்தால், கடியிலிருந்து தண்ணீர் வெளியேறும். இதன் காரணம் இதுவரையில் ஒருவராலும் முற்றிலுஞ் சரியாக அறிந்துகொள்ளப்படவில்லை.

கண்ணாடிப்போகணியில் தண்ணீரை எடுத்து அதில் ஒரு துத்தக்கட்டியைப் போடு. துத்தம் கரைந்துகொண்டேவரும். துத்தக்கட்டியைச் சுற்றிப் பூரித விலயன

யிருக்கும். ரத்தம் மெதுவாக வியாபித்துக்கொண்டே மேலே வரும். ரத்த அணு, தண்ணீர் அணுவைவிடப் பாரமானது. அப்படி இருந்தும், அது மேல்நோக்கிச் சென்று, காலவடைவில் விலயனம் முழுவதும் ஒரே அளவில் பரவி இருக்கும். இத்தன்மை பூ-ஆகர்ஷணத்திற்கு (Gravity) எதிரிடையாக இருக்கிறது. பொருளின் இவ் விபரீத ஆகர்ஷணத்தன்மைக்கே 'ஆஸ்மாஸிஸ்' என்று பெயர். இவ்வமுக்கத்திற்கு 'ஆஸ்மாடிக் அமுக்கம்' என்று பெயர். ஆஸ்மாடிக் அமுக்கம், வாயு அமுக்கத்தை ஒத்தே இருக்கிறது. ஆஸ்மாடிக் அமுக்கம், விலயனத்தின் வீரியத்திற்கு நேர்விகித ஸாம்யமாக மாறுகிறது என்பதைக் 'பெவ்வர்' (Pfeffer 1877) முதன் முதலில் கண்டுபிடித்தார்.[1] 1887-ல் ஆஸ்மாஸிஸ் சம்பந்தமான [illegible] வாண்ட் ஹொப் (Van't Hoff) ஊர்ஜிதப்படுத்தினார்.

வீரியம் அல்லது அடர்த்தி (Concentration) — வீ.	1	2	4	6
ஆஸ்மாடிக் அமுக்கம் — அ.	53·1	101·6	208·2	307·5
விகிதம் $\frac{அ}{வீ}$	53·1	50·8	52·1	51·1

வீரியம் விலயனத்தின் பருமனுக்கு எதிர் விகித ஸாம்யமாக மாறுவதால், வீ [illegible]

என்று வைத்துக்கொண்டால், அ × ப = [illegible]. அதாவது, கரைக்கப்பட்ட [illegible] டாக்கும் ஆஸ்மாடிக் அமுக்கம் × அதைக் கரைத்திருக்கும் விலயனத்தின் பருமன் = [illegible] குத்திரமாக. (பாயிலின் நியாயத்திற்கு [illegible]) இன்னும், ஆஸ்மாடிக் அமுக்கம் [illegible] ஒத்தே தான் மாறுகிறது என்று காண்பிக்கப்பட்டது.[2]

[1 & 2] The osmotic pressure of dilute aqueous solution is proportional to concentration (i.e. the number of particles of solute per unit volume of solution) and the absolute temperature.

உவமிக்கத்தக்க நிலையில், வாயு அமுக்கம் ஆஸ்மாடிக் அமுக்கம் இவற்றின் பாத்தியத்தைக் காண்போம். 0°சல் பெவ்வர், '1% சர்க்கரை விலயனம் 49·3 ச.மீ. ஆஸ்மாடிக் அமுக்கத்தைக் கொடுக்கிறது' என்று கண்டார். தி.உ.அ. நிலையில் ஒரு கிராம்-அணுவாயு 22,400 க.ச.மீ. பருமனுள்ளதாயிருக்கும். சர்க்கரையின் அணு-பாரம் $=342$. நூறு க.ச.மீ. அளவிற் கரைபட்ட 1 கிராம் சர்க்கரை 0°சல், 49·3 ச.மீ. அமுக்கத்தைக் கொடுக்க, 342 கி. சர்க்கரை 22,400 க.ச.மீ. விலயனத்திலுள்ள நிலையில், 0°ச-ல், எவ்வளவு ஆஸ்மாடிக் அமுக்கத்தைக் கொடுக்கும்?

$$\text{ஆ. அ.} = 49{\cdot}3 \times \frac{342}{1} \times \frac{100}{22{,}400} = 75 \text{ ச.மீ.}$$

சோதனைக்குரிய பிழைக்கு மேற்படாமல், இது வாயு மண்டல அமுக்கத்திற்குச் சமமாயிருக்கிறது. இந்நியாயத்தினுதவிகொண்டு பொருள்களின் அணுபாரங்களைக் கணக்கிடலாம்.

இந்நியாயம் சில பொருள்களுக்கே தகுதியாயிருக்கிறது. சர்க்கரைபோன்ற பொருள்கள் தண்ணீரிற் கரைய, அவற்றின் அணு அமைப்பில் மாறுதலேற்படாது. இப்பொருள்களை மின்சார-ஓட்ட விரோதிகள் (Non-electrolytes) என்று நாம் சொல்லுவோம். ஏனென்றால் இவ்விலயனங்களின் வழியாக மின்சாரம் ஓடமுடியாது. உப்பு முதலிய பொருள்கள் தண்ணீரிற் கரைய, அவை பிரிந்து மின்னணுக்களாக (ions) மாறி மின்சார ஓட்டத்திற்கு அனுசரணையாக இருக்கின்றன. இம்மின்சார ஓட்டவாஹிகளை (Electrolytes) 'மின்னணு ஜனகங்கள்' (Ionogens)[1] என்று சொல்லுவோம். சர்க்கரைபோன்ற மின்சார விரோதிகளின் அணுபாரங்களையே ஆஸ்மாடிக் அமுக்க முறைகளாற் கண்டுபிடிக்கலாம்.

---

[1] இதைப்பற்றி 20-வது அத்தியாயத்தில் விரித்துரைப்போம்.

வாண்ட் ஹோப் (Van't Hoff) விதி:—விலயனம் நீர்த்த (dilute) இருக்கும்பொழுது, விலயனத்திற் கரைபட்ட மின்னணுக்களாகப் பிரியாத பொருளின் ஆஸ்மாடிக்-அழுக்கம் விலயனத்தின் பருமனுக்குச் சமமான பருமனில் அப்பொருள் வாயு ஸ்திதியிலிருக்குமேயாயின், அவ்வாயுவிற்குரிய அழுக்கத்திற்குச் சமமாக இருக்கும். மேலும், அப்பொருள்களுளொவ்வொன்றையும், 0° ச உஷ்ண நிலையில், 22,400 க.ச.மீ. பருமனுள்ள விலயனத்திற் கிராம் அணுபார அளவிற் கரைத்தால், அந்த ஒவ்வொரு பொருளும் அந்நிலையில் ஒரே அளவுள்ள ஆஸ்மாடிக்-அழுக்கத்தை, 760 மை.மீ. இரஸ உயரத்தைக் கொடுக்கும்.

இதை வேறுவிதமாகவுங் கூறலாம். 0° ச-ல் 760 மை.மீ. ஆஸ்மாடிக் அழுக்கத்தை 22,400 க.ச.மீ. திராவணத்திற் கரைந்து நின்று கொடுக்கும் பொருளின் கிராம் நிறையே அப்பொருளின் கிராம்-அணுபாரத்தைக் குறிப்பதாகும். இம்முறை சிரமமானது. வாண்ட் ஹோப் என்பவர், மின்சார ஓட்ட வாஹிகள், விலயனத்தில், திராவணத்திற் கரைந்தவுடன் பிரிகின்றன என்பதை அதைவிட்டு, அதன் பயனாக, அவைகளின் அணுபாரங்களையுங் கணக்கிட்டார்.

இவ்விஷயங்களையெல்லாம் கவனிக்குமிடத்துக் கரைவன பல, ஒரே திராவணத்திற் கரைந்து கொடுக்கும் விலயனங்களுள் ஒவ்வொன்றின் ஒரே பருமனளவிலும் கரைவன ஒவ்வொன்றினணுக்களும் ஒரேயெண்ணளவினவாய் அமைந்திருக்குமாயின், அவ்வொவ்வொரு விலயனத்தின் ஆஸ்மாடிக் அழுக்கமும் ஓரளவினதாயே இருக்குமென்பது தெரியவரும். அதாவது, ஆஸ்மாடிக் அழுக்கம் கரைபொருளின் அணு அடர்த்தியைப் (Molecular Concentration) பொறுத்தே இருக்கும். அணுபாரத்தைக் கண்டுபிடிக்க இம்முறை மிகவும் சிரமமானது. ஆனால் ஆஸ்மாடிக் அழுக்கத்துக்கு ஒத்தே வேறு சில தன்மைகள் காணப்படுகின்றன. அவைகளில் முக்கியமானவை

இரண்டு. அவையாவன :—ஒரே நிறையிலோ, ஒரே பருமனிலோ, கரைப்பனவைகளில் ஒன்றை எடுத்துக் கரையும் பொருளை ஒரு நிறையிற் கரைக்க, விலயனத்திலேற்படும் (1) உறை-நிலய-பதிவு (depression in freezing point) (2) கொதி-நிலய-ஏற்றம் (Elevation in boiling point) என்பன. இம்முறைகளும் ஆஸ்மாடிக்-அமுக்க முறைக்குள்ள எல்லைக் கட்டுக்கு உட்பட்டே இருக்கின்றன.

ஒவ்வொரு திரவப்பொருளுக்கும், அது சுத்தமாயிருப்பின், அதற்கென்றேற்பட்ட திட்டமான உறைநிலை உண்டு. உறை-நிலை என்பதை உருகு-நிலை என்று கொள்வதே மேலானது. ஆனால் அத்திரவத்தில் வேறொரு பொருளைக் கரைத்துப் பின்பு, அவ்விலயனத்தைச் சோதிக்க அதன் உறை நிலை சுத்தத்திரவத்தின் உறை நிலையைவிடக் குறைவுபடுகிறதென்பது, வெகுகாலமாகத் தெரிந்த விஷயமே. இவ்விரு உறை நிலைகளுக்குள்ள வித்தியாசத்தையே உறை-நிலய-பதிவு என்கிறோம். உறை மிச்ரங்களினுபயோகத்தை இதனாலேயே கண்டுகொண்டார்கள். அதேவிதமாகப்பொருள்களைத் திரவத்திற் கரைத்து, விலயனத்தின் கொதிநிலையைச் சோதிக்கக், கொதிநிலை அதிகப்படுகிறது என்பதும் தெரிந்த விஷயமே. பல சோதனைகள் செய்தபிறகு, ப்ளாக்டன் (Blagden) என்பவர் "உறை-நிலய-பதிவோ, கொதி-நிலய-ஏற்றமோ விலயனத்திற் கரைந்திருக்கும் பொருளின் நிறைக்கு நேர் விகிதஸாம்யமாக மாறுகிறது."[1] என்ற விதியை வெளியிட்டார். ரூல்ட் (Raoult) என்பவர் இவ்விதியையொட்டிச் சோதனைகள் செய்தபிறகு, "ஒரே பருமனுள்ள திராவணத்தில் பல பொருள்களை, அவ்வவற்றின் கிராம் அனு-பாத விகிதத்தில் தனித்தனியே கரைத்து, முறையே, விலயனங்களின் உறைநிலைகளையும், கொதிநிலைகளையும்

[1] *Blagden's Law*:—The amount of depression of freezing point or elevation of boiling point is proportional to the concentration.

சேர்க்க, உறை-நிலை-பதிவும், கொதி-நிலை-ஏற்றமும் ஒரே அளவில் உண்டாகும்" என்ற நியாயத்தை வெளியிட்டார். (1883)[1] இந்நியாயம் மின்னாற்றுக்களாகப் பிரியாத பொருள்களுக்குத்தான் உரியது.

நூறு கிராம் திராவணத்தில், கிராம்-அணுபார அளவிற் பொருளைக் கரைப்பதாலேற்படும் (1) உறை-நிலை-பதிவை அத்திராவத்தின் "அணு-பதிவு-மாறுவிராசி" (Molecular Depression Constant) என்றும், (2) கொதி-நிலை-ஏற்றத்தை "அணு-ஏற்ற-மாறுவிராசி" (Molecular Elevation Constant) என்றுஞ் சொல்லுவோம். அம்மாறுவிராசி திராவணங்களின் தன்மையைப் பொறுத்துளது.

திராவணங்கள்	அணு-பதிவு-மாறுவிராசி
தண்ணீர்	18·9
சாராயிகாமிலம் (காடி) Acetic acid	38·8
பென்ஸீன் (Benzene)	51·2

அணு-பாரந் தெரிந்த பொருளை உபயோகப்படுத்தித் திராவத்தின் அணு-பதிவு மாறுவிராசியையும், அணு-ஏற்ற மாறுவிராசியையுங் கணக்கிடலாம். இம்மாறுவிராசியைக் "க" என்று குறிப்பிட, ப்ளாக்டன்-[illegible]-நியாயங்களின் படி,

$$(1)\ \text{அணு-பாரம்} = \frac{\text{க} \times \text{ந} \times 100}{\text{அ} \times \text{து}}$$

க = அணு-பதிவு மாறுவிராசி.

ந = [illegible]

அ = திராவகத்தின் [illegible]

து = [illegible]

[1] *Raoult's Law*:—For the same volume of solvent the depression of freezing-point or the elevation of boiling point produced by molecular weights of different substances is the same as the case may be. (These hold good only in the case of non-electrolytes.)

20·25 கி. பென்ஸீனில் 0·142 கி. நாப்தலீனைக் (Naphthalene) கரைக்க, 0·284°ச உறை-நிலய-பதிவு ஏற்பட்டது. இதிலிருந்து நாப்தலீனின் அணுபாரத்தைக் கண்டுபிடி.

$$\text{அ. பா.} = \frac{51{\cdot}2 \times 0{\cdot}142 \times 100}{20{\cdot}25 \times 0{\cdot}284} = \mathbf{126}.$$

உண்மை அணு-பாரம் = **128.**

மேலே சொல்லியபடி "அணு-ஏற்ற மாறுவிராசியையும்" 'க' என்று குறிப்பிட, அ. பா. $\frac{100 \times \text{நி} \times \text{க}}{\text{எ} \times \text{ஏ}}$

அ. பா. = அணு-பாரம்.
நி = கரையும் பொருளின் நிறை.
க = அணு-ஏற்ற மாறுவிராசி.
எ = திராவணத்தின் எடை.
ஏ = சோதனையிற்கண்ட கொதி-நிலய ஏற்றம்.

திராவணங்கள்	அணு-ஏற்ற மாறுவிராசி
தண்ணீர்	5·20
சாராயிகாமிலம்	25·30
பென்ஸீன்	26·70

இந்நியாயங்களை ஒட்டியுள்ள "ஆவி-அமுக்கப் பதிவு" (By lowering of Vapour Pressure), "கரைமானப் பதிவு" (By lowering of Solubility) என்னும் முறைகளாலும் அணு-பாரத்தைக் கணக்கிடலாம்.

குறிப்பு :— ஆஸ்மாடிக் அமுக்கத்தையொட்டிய இம்முறைகளுக்குரிய விதிகள், திரவங்களிற் பொருள்கள் கரைந்து, மின்னணுக்களாகப் பிரியாமலிருக்கும் நிலைகளிலேதான் பொருத்தமாயிருக்கும் என்பதை மறக்கக்கூடாது.

கிராம்-அணு-பருமன் கி.அ.ப.
(Gram molecular volume G.M.V.)

ஒரு வாயுப் பொருளின் அணுபாரம், அதன் ஆவி திண்மையைப்போல் (H=1) இரண்டு பங்காம் என்று இதுவரை சொல்லிவந்தோமல்லவா? தி. உ. அ. நிலயில்

ஒரு லீட்டர் வாயுவைப் பிரமாணமாக எடுத்துக்கொண்டால் வாயுவின் அணுபாரம்

$$= \frac{\text{ஒரு லீட்டர் வாயுவின் நிறை}}{\text{ஒரு லீட்டர் அப்ஜனகத்தின் நிறை}} \times 2$$

இச்சமீகாரணத்தில் 2 என்பது அப்ஜனகத்தின் அணு-பாரத்தைக் குறிப்பது. நிஷ்கருஷையாகச் சொல்லுமிடத்து அப்ஜனகத்தின் பரமாணுபாரம் 2·016. இது ஒரு மாறுத எண். தி.உ.அ. நிலையில் ஒரு லீட்டர் அப்ஜனகத்தின் நிறை 0·09 கி. இந்த நிறையை மேலேயுள்ள சமீகாரணத்தில் ஈடுசெய்ய வாயுவின் அணுபாரம்

$$= \frac{\text{ஒரு லீட்டர் வாயுவின் நிறை}}{0{\cdot}09} \times 2{\cdot}016$$

= ஒரு லீட்டர் வாயுவின் நிறை × 22·4 (சுமாராக). இதிலிருந்து விளங்குவது யாது? தி.உ.அ. நிலையிலுள்ள ஒரு லீட்டர் வாயுவின் நிறையை 22·4-ஆல் பெருக்கி வந்த எண் அவ்வாயுவின் அணுபாரத்தைக் குறிப்பதாகும். அதாவது கிராம்-அணு-பார நிறையுள்ள ஒரு வாயுவோ ஆவியோ, தி.உ.அ. நிலையில் 22·4 லீட்டர் பருமனுள்ளதாகவிருக்கும்.

தி.உ.அ.-ல் 2·016 கி. அப்ஜனகத்தின் (சுமாராக)

$$\text{பருமன்} = \frac{2{\cdot}016}{{\cdot}09} = 22{\cdot}4 \text{ லீ.}$$

,, 1 லீ. பிராணவாயுவின் நிறை

$$= 1{\cdot}429 \text{ கி.}$$

,, 32 கி. பிராணவாயுவின்

$$\text{பருமன்} = \frac{32}{1{\cdot}429} = 22{\cdot}4 \text{ லீ.}$$

,, 28 கி. பாக்கியஜனக வாயுவின்

$$\text{பருமன்} = \frac{28}{1{\cdot}251} = 22{\cdot}4 \text{ லீ.}$$

ஆகையால் 22·4 என்னும் எண் எல்லா வாயுஸ்திதியிலுள்ள பொருள்களுக்கும் பொதுவான ஒரு மாறுவிராசி. இதைக் 'கிராம்-அணு-பருமன்' என்று சொல்லுவோம்.

எடை தெரிந்த அளவில் பொட்டாஸிய ஹரிதகிகஜத்தை செவ்வையாய் ஜோடிக்கப்பட்ட உரிய உபகரணத்தில் சூடுசெய்து அங்கு வெளிவரும் பிராணவாயுவை அளந்து மீதிநிற்கும் உப்பின் எடையையும் கண்டுபிடிக்கவும். (94-ம் படத்தைப் பார்க்க.) இவ்விரு எடைகளுக்குமுள்ள வித்தியாசம் வெளிவந்த பிராணவாயுவின் நிறைக்குச் சமமாகும். அவ்வாயுவின் பருமனை தி.உ.அ. நிலைக்குக் கொண்டுவந்து அதிலிருந்து தி.உ.அ-ல் 22·4 லீ. பிராணவாயுவின் எடையைக் கணக்கிடு. அந்த எடையைக் குறிக்கும் எண்ணே பிராணவாயுவின் அணுபாரமாம். சோதனைச்சாலையில் ஆரம்ப-மாணாக்கர்கள் இலகுவாக இம்முறையால் பிராணவாயுவின் பரமாணுபாரத்தைக் கண்டுபிடிக்கலாம். கந்தக-துவி-பிராணை, கரியமிலவாயு போன்ற வாயுக்களின் அணுபாரங்களைக் காணும் முறைகளைப் பின்னால் உரிய சந்தர்ப்பங்களில் விவரிப்போம்.

மேற்கண்ட முறைகளால், அணு-பாரங்கள் தாரதர அளவிலேயே குறிப்பிடப்படுகின்றன. மூல ஆதாரமாக எடுத்துக்கொண்ட அப்ஜனகப் பரமாணுவின் உண்மை நிறை தெரியவருமாயின், அதை இவ்வத்தியாயத்திற் குறிப்பிட்ட முறையாற் கண்ட ஒரு பொருளின் தாரதர-அணு-பார எண்ணாற் பெருக்கி அப்பொருளின் ஓர் அணுவினுடைய உண்மை நிறையை அறியலாம். தற்கால ஆராய்ச்சிகளின் பயனாக ஒரு பரமாணு அப்ஜனகத்தின் நிறை

$$0{\cdot}00000000000000000000000165 \text{ கி.}$$

அதாவது $1{\cdot}65 \times 10^{-24}$ கி. என்று தெரியவருகிறது. இதிலிருந்து பிராணவாயுவின் உண்மை அணு-நிறையைக் கணக்கிடுவோம். பிராணவாயுவின் அணு-பாரம் $= 32$. ஆகையால் ஓர் அணு-பிராணவாயுவின் உண்மை நிறை $= 1{\cdot}65 \times 10^{-24} \times 32 = 5{\cdot}28 \times 10^{-23}$ கி.

$$(= 0{\cdot}0000000000000000000000528 \text{ கி.})$$

அத்தியாயம் 15

பரமாணு-பார நிர்ணயம்
(Determination of Atomic Weights)

'பரமாணு-பாரம்' என்பது என்ன என்று நாம் முதன்முதலிற் கவனிக்கவேண்டும். முந்நாளில், தனிப் பொருள்களுக்குள் மிக்க இலேசாயிருக்கும் அப்ஜனகத்தையே அடிப்படையாகக்கொண்டு அதன் பரமாணு-பாரம் ஒன்று என்று சங்கற்பித்துக்கொண்டனர் என்று முன்பே குறித்தோம். அதற்கிணங்க, அப்ஜனக-பரமாணு-பாரத்திற்கும் எடுத்துக்கொண்ட தனிப்பொருளின் பரமாணு-பாரத்திற்குமுள்ள விகிதமே விவகாரத்திலுள்ள தனிப் பொருளின் பரமாணு-பாரமென்று கருதப்பட்டது. உலகிலுள்ள தனிப்பொருள்களில் பாதியே அப்ஜனகத்துடன் ஐக்கியமாகி, எளிதில் விச்லேஷண முறைகளுக்கு உட்படும் ஐக்கியப் பொருள்களைத் தரவல்லவையென்று பின்னால் புலப்பட்டது. ஆனால், அநேகமாய் எல்லாத் தனிப்பொருள்களும் பிராணவாயுவுடன் சேர்ந்து ஐக்கியப் பொருள்களைத் தருகின்றன. ஆகையால் பிராணவாயுவையே மூலாதாரமாகக்கொண்டு அதன் பரமாணு-பாரத்தை 16 என்று வைத்துக்கொள்ள நேரிட்டது. ரஸாயன சாஸ்திரத்தின் உயிர்நிலை பிராணவாயுவே. அதை "என்றும் பதினாறாக வாழக்கடவாய்" என்று ஆசீர்வதித்து அதன் பரமாணு-பாரத்தை 16 என்றமைப்பதும் மிகவும் பொருந்தும். இன்னும் பிராணவாயுவின் பரமாணு-பாரத்தைப் பதினாறு என்று கொண்டு மற்ற தனிப்பொருள்களின் பரமாணு பாரங்களைத் தராதரித்து அதனுடன் ஒப்பிட, அவையெல்லாம் அநேகமாய் முழு எண்ணளவில் அமைகின்றன. அப்ஜனகத்துடன் ஒப்பிட, பல தனிப்பொருள்களின் தராதர பரமாணு-பாரங்கள் முழு எண்ணளவிற்குக் கிட்டுவதில்லை. மேற்கண்ட காரணங்களாலும், இன்னும் தற்

கால ஆராய்ச்சியின் பயன்களாலும் பிராணவாயுவின் பரமாணு-பாரம் 16 என்றும் மற்ற தனிப்பொருள்களின் பரமாணு-பாரங்களை அதனுடன் ஒப்பிடுவதென்றும் ரஸாயன உலகம் ஒப்புக்கொண்டிருக்கிறது. இவ்விதமாக நாம் வழங்கிவரும் தனிப் பொருள்களின் பரமாணுபாரங்கள், பரமாணுக்களின் உண்மையான நிறைகளைக் காட்டவில்லை என்பதையும் அவை தாராதர எண்களே என்பதையும் நாம் மறக்கக்கூடாது. ஆனால், ஏதாவதொரு பொருளின் பரமாணுவின் உண்மை நிறை கண்டுபிடிக்கப்பட்டால், மற்ற தனிப் பொருள்களின் பரமாணு பாரங்களைக் கணக்கிடலாம். இதுவுங் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது என்பதைக் கண்டுகளிக்க!

இத்தாராதர எண்களை எவ்விதம் காண்பது? அநேகப் பொருள்களின் கிராம்-அணு-பாரங்களை அளவிடும் முறைகளை ஏற்கெனவே தெரிந்துகொண்டோம். சாதாரணமாக வாயு ஸ்திதியிலுள்ள பல தனிப்பொருள்களின் அணுக்கள் ஒவ்வொன்றிலும் இரண்டு பரமாணுக்கள் இருக்கின்றன என்று முன்பு குறிப்பிட்டோமல்லவா? ஆகையால், 'அணுபாரம் $=2\times$ ஆவி திண்மை' என்ற கோட்பாட்டிற்கிணங்க, இவ்விதத் தனிப்பொருள்களின் பரமாணுபாரங்கள் அவ்வவற்றின் ஆவி திண்மைகளைக் குறிக்கும் எண்களுக்குச் சமமாக இருக்கும். இதைக் கண்டு, சென்ற நூற்றாண்டின் ஆரம்பத்தில், எல்லாத் தனிப்பொருள்களின் பரமாணுபாரங்களும் அவ்வவற்றின் ஆவி திண்மைகளுக்குச் சமமாக இருக்கவேண்டுமென்று சிலர் தப்பாகக் கருதநேரிட்டது. அப்ஜனகம், பிராணவாயு, பாக்ஷியஜனகம், ஹரிதகம், இரக்தகம் (ஆவி), பாடலகம் (ஆவி) என்பவைபோன்ற இரு பரமாணுக்களமைந்த அணுக்களையுடைய தனிப்பொருள்களுக்கே இந்நியாயம் பொருந்தும். மற்றவைகளுக்கு இது பொருத்தமன்று. உதாரணமாக, ரஸாயன விகாரங்களில் ஈடுபடாத ஸௌர-வர்க்கத்தைச் (Helium group) சேர்ந்த வாயுக்களின் அணுக்கள் ...

வொன்றிலும் ஒரு பரமாணுவே இருப்பதால், அவற்றின் பரமாணுபாரங்கள் அவ்வவற்றின் அணுபாரங்களுக்குச் சமமாகும். எனவே, அங்கு, ஆவிதிண்மை பரமாணுபாரத்திற் பாதியாகும். இன்னும் பாஸ்வரம், பாஷாணம் இவற்றைக் கவனிப்போம். அவற்றின் ஒவ்வோரணுவிலும் நாலு பரமாணுக்கள் இருக்கின்றன. ஆகையால் அங்கு

$$\text{பரமாணுபாரம்} = \frac{\text{அணுபாரம்}}{4} \text{ அல்லது } \frac{\text{ஆவிதிண்மை}}{2}.$$

ஒரு தனிப்பொருளின் ஆவிதிண்மை, அணுபாரம், அதன் ஓரணுவிலுள்ள பரமாணுக்களின் எண்ணிக்கை இவைகள் தெரியவருமேயாகில் அதன் பரமாணுபாரத்தைக் கணக்கிடலாம்.

$$\text{பரமாணுபாரம்} = \frac{\text{அணுபாரம்}}{\text{ஓரணுவிலுள்ள பரமாணுக்களின் எண்ணிக்கை}}.$$

ஆவி ஸ்திதியிலில்லாததும் ஆவியாக மாற்ற முடியாததுமான எப்பொருளின் பரமாணுபாரத்தையும் ஆவி-திண்மை முறைகளினாற் கணக்கிட முடியாது. அதை அளவிட வேறு முறைகளுண்டு.

I. பௌதிக-ரஸாயன முறை

பரமாணுவாதத்தின்படி, ரஸாயன விகாரத்தில் ஈடுபடக்கூடிய ஒரு தனிப்பொருளின் மிகச் சிறிய அளவே அதன் பரமாணு. ஒரு தனிப்பொருள் அடங்கியுள்ள சில சேர்க்கைப்பொருள்களின் அணுக்களில் ஒரு பரமாணுவீதத்திலும், வேறு சிலவற்றில் இரண்டு பரமாணுவீதத்திலும், இன்னுஞ் சிலவற்றில் அதற்கு மேற்பட்ட வீதத்திலும் இருக்கலாம். ஆகையால், அத் தனிப்பொருளமைந்த பல சேர்க்கைப்பொருள்களின் அணுபாரங்களும், அங்கு அணுபார அளவிலுள்ள தனிப்பொருளின் அளவும் தெரியவருமாகில், எப்பொருளின் அணுபாரத்தில் எடுத்துக்கொண்ட தனிப்பொருள் குறைந்த அளவிற் காணப்படுகிறதோ அந்த அளவைக் குறிக்கும் எண்ணே அத்

தனிப்பொருளின் பரமாணுபாரமாகக் கொள்ளலாம் என்று தோன்றுகிறதல்லவா? [1]

கரிவர்க்கத்தைச்சேர்ந்த சில பொருள்களை எடுத்துக் கொள்ளுவோம். இங்கால-துவி-பிராணையின் நூற்றுப் பகுதி சங்கலனம்: கரி=27·27; பிராணவாயு=72·73; இங்கால-துவி-பிராணையின் அணுபாரம்=44.

44 எடை வாயுவில் கரி $=\frac{44\times 27\cdot 27}{100}=\mathbf{12\cdot 0}$.

44 எடை வாயுவில் பிராணவாயு $=\frac{44\times 72\cdot 73}{100}=\mathbf{32\cdot 0}$.

அதேவிதமாகப் பல பொருள்களையெடுத்துக் கணக்கிட்டு அட்டவணைப்படுத்தி ஒவ்வோர் அணுபாரத்திலுமிருக்கும் கரியின் அளவைக் கவனிப்போம்.

கரி அமைந்துள்ள பொருள்கள்	நூற்றுப் பகுதி சங்கலனம்	அணு பாரம்	ஓர் அணு பாரத்திலுள்ள கரியின் அளவு
இங்கால-ஏக-பிராணை (CO)	C=42·86, O=57·14.	28	12
இங்கால-துவி-பிராணை (CO_2)	C=27·27, O=72·73.	44	12
சதுப்புநில வாயு (CH_4)	C=74·85, H=25·15.	16·03	12
எதிலீன் (Ethylene C_2H_4)	C=85·62, H=14·38.	28·03	24 (2×12)
ப்ரோபிலீன் (Propylene C_3H_6)	C=85·61, H=14·39.	42·05	36 (3×12)
கரிகந்தகத்திராவகம் (CS_2)	C=18·75, S=81·25.	76·04	12

[1] ஆனால் சேர்க்கைப் பொருள்களின் அணுக்களில் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட எண்ணளவிலேயே ஒரு தனிப் பொருளின் பரமாணுக்கள் காணப்படுமாகில் அங்கு இந்நியாயம் பொருந்தாது.

இம்மாதிரி விபாகித்துச் சோதித்ததில், கரிவர்க்கப் பொருள்களில் ஓர் அணு பாரத்திலாவது கரி 12-க்குக் குறைவான அளவில் இதுவரை காணப்படவில்லை. ஆகையால், கரியின் பரமாணுபாரம் 12 என்று அநுமானிக்க வேண்டியிருக்கிறது.

இம்முறைகொண்டு பல தனிப்பொருள்களின் பரமாணு-பாரங்கள் கணக்கிடப்பட்டிருக்கின்றன. பாக்கியஜனகஞ் சேர்ந்த சில பொருள்களின் சங்கலனத்தைக் கவனிப்போம்.

பாக்கியஜனகமுள்ள பொருள்கள்	பாக்கியஜனகக் கூறு நூற்றுக்குப் பங்கு	ஆ. கி.	அ. பா.	ஓர் அணுவிலுள்ள பாக்கியஜனகக் கூறு அளவு
பாக்கியஜனகம் N_2	100	14	28	28
அமோனியா NH_3	82·4	8·5	17	14
பாக்கியபச-பிராணை N_2O	63·6	22	44	28
பாக்கியமிக-பிராணை NO	46·7	15	30	14
காலசம் Cyanogen$(CN)_2$	53·8	26	52	28

இம்மாதிரிக் கணக்கிட்ட பொருள்களின் அணுபாரங்களிற் குறைந்த அளவிற் காணப்படும் பாக்கியஜனகத்தின் அளவு 14. ஆகையால் 14 தான் அதன் பரமாணு-பாரம். குறைந்த அளவுக்கு மேற்பட்டிருக்குந் தொகைகளைக் கவனிக்க, அவை குறைந்த அளவின் குணிதங்களாகவே இருக்கின்றன.

விதி:—தனிப்பொருளின் வர்க்கத்தைச் சேர்ந்த சேர்க்கைப்பொருள்களின் அணுபாரங்களுக்குள் காணப்

படும் தனிப்பொருளின் குறைந்த அளவே அத்தனிப் பொருளின் பரமாணு பாரமாம். இவ்விதமடைந்த பெறுமதி உத்தம பரிமாணமாயிருக்கும். அளவிடப்பட்ட பரமாணுபாரம் உண்மையான பரமாணு பாரத்தின் குணிதமாயிருக்கலாம். மேலும், தனிப்பொருளின் ஸம்யோக பாரத்தின் குணிதமேதான் தனிப்பொருளின் பரமாணு பாரத்திற்குச் சமனாக இருத்தல் வேண்டும்.

முறை :—தனிப்பொருள் வர்க்கத்தைச் சேர்ந்த, எளிதில் ஆவியாக மாறக்கூடிய பொருள்களின் சங்கலனத்தையும், அவற்றின் அணுபாரங்களையுங் கண்டுபிடி. ஒவ்வொரு பொருளிலும், அணுபாரத்திலுள்ள தனிப்பொருளின் அளவைக் கணக்கிடு. கணக்கிட்டுவந்த எண்களிற் குறைந்த எண்ணைப் பரமாணுபாரமாகக்கொள். வேறுவிதமாகக் கூறுமிடத்து, "ஒரு தனிப்பொருளைக்கொண்ட ஆவியாக மாறும் சேர்க்கைப்பொருள்களில் அவ்வவற்றின் அணு-பாரங்களிலுள்ள அத்தனிப்பொருளின் அளவுகளின் 'உயர்ந்த பொது அளவே' (G.C.M.) அத்தனிப்பொருளின் பரமாணு-பாரத்தைக் குறிக்கும்." [1]

இது பரமாணுபாரத்தை நிர்ணயிக்கும் ரஸாயன முறை. இம்முறையில் கீழ்க்கண்ட நிபந்தனைகள் உள :—

(1) வேண்டிய தனிப்பொருளைக்கொண்ட ஐக்கியப் பொருள்கள் எளிதில் விபாகிக்கப்படுந்தன்மை பொருந்தியவையாகவும், ஸம்யோகிக்கப்படுந்தன்மை பொருந்தியவையாகவுமிருக்கவேண்டும். மேலும், ஐக்கியப் பொருள்களிலுள்ள மற்றத் தனிப்பொருள்களின் பரமாணு பாரங்கள் தெரிந்தனவாகவே இருக்கவேண்டும்.

(2) ஐக்கியப் பொருள்கள் அதிகச்சுத்தமான நிலைமையிலே தயாரிக்கப்படக் கூடியவைகளாயிருக்கவேண்டும்.

[1] The atomic weight of an element is the G.C.M. of the weights of the element found in the molecular weights of all its volatile compounds.

(3) ஐக்கியப் பொருள்களைச் சூடு செய்யும்பொழுது, அவை பிரிந்து விகாரிக்காமல், ஆவியாக மாறவேண்டும். அந்நிலைமையில்தான் அவைகளின் ஆவி-திண்மைகளையும் அணுபாரங்களையும் கணக்கிடலாம்.

(4) மேலும், சோதித்த பொருள்களிலொன்றி லாவது ஓர் அணுபார அளவில் உரிய தனிப்பொருள் குறைந்த அளவிலேயேயிருக்கவேண்டும். ஆனதுபற்றி அநேகப்பொருள்களை விபாகித்துப் பரிசைஷ செய்ய வேண்டும்.

(5) பிழை ஏற்படாமலிருக்கும் பொருட்டும், வேண் டிய முறைகளை அநுசரிக்கும் பொருட்டும் அநேகவிதமான உரிய உபகரணங்களை உபயோகிக்கவேண்டும்.

பொருள்களைச் சுத்தி செய்வதில் அநேக கஷ்டங் களுண்டு. அக்கஷ்டங்களினளவைச் சரிவரத் தெரிந்து கொள்ள இஷ்டப்படுபவர்கள் பின் குறிப்பிட்டிருக்கும் ஆங்கிலப் புஸ்தகங்களை வாசிக்கலாம்: (1) 1930-ம் வருஷத்துக் 'கெமிகல் ஸொஸையிடி' பத்திரிகையில் வெளி யிடப்பட்டிருக்கும் ரிசர்ட்ஸ் (Richards) ஞாபகார்த்தப் பிரசங்கம். (2) "நிஷ்கர்ஷையாய் ரஸாயனத்தில் நுட்ப ஆராய்ச்சி செய்யச் சாதகமாயிருக்கும் முறைகள்" என்று ரிசர்ட்ஸால் எழுதப்பட்டுள்ள வியாசம்.*

மேலும், சில பொருள்கள் ஆவியாக மாறமாட்டா. இவைகளின் பரமாணுபாரங்களை இம்முறையாற் சோதிக்க முடியாது.

ரஸாயன முறையிற் கணக்கிடப்பட்ட பரமாணு- பாரம், உண்மை அளவின் தனிதமாயிருக்கலாமென்று

* Richard's Memorial Lecture—Journal of the Chemical Society 1930.

Methods used in precise Chemical Investigations by Richards.

சொன்னேமல்லவா? இது இம்முறையிலுள்ள முதல் தோஷம். ஆவி-திண்மையை முற்றிலுஞ் சரிவர அளவிடுவதற்குச் சரியான முறை இல்லை. ஆகையால், ஆவி-திண்மை முறையால் அணு-பாரமும், பரமாணு-பாரமும் சரிவர அளவிடப்படமுடியா. இது இரண்டாவது தோஷம்.

II. சுத்த ரஸாயன முறை

இம்முறையிலும் பொருளின் சங்கலனத்தை ரஸாயன விபாக முறைகளால் அறியவேண்டும். அதன்பின், எவ்விதம் பரமாணு-பாரத்தைக் கணக்கிடுவது என்பதைத் தண்ணீர் சம்பந்தமாய்ப் பின்னால் குறிக்கப்பட்டிருப்பதிலிருந்து அறிந்துகொள்ளவும். முழு எண் அளவிற் சொல்லுமிடத்து, 1 எடை அப்ஜனகம் 8 எடை பிராணவாயுடன் சேருகிறது. தண்ணீரின் சங்கேதம் HO என்றிருந்தால் பிராணவாயுவின் பரமாணு-பாரம் 8 ஆகத் தானிருக்கவேண்டும். (H=1.) சங்கேதம் H_2O என்றிருக்குமேயானால் அப்ஜனகமும் பிராணவாயுவும் முன்போல் 2 : 16 (அல்லது 1 : 8) என்ற விகிதத்திலிருக்கப் பிராணவாயுவின் பரமாணு-பாரம் 16 ஆக இருக்கவேண்டும். சங்கேதம் H_3O என்றால் இவ்விரண்டு தனிப்பொருள்களின் விகிதம் 1 : 8 என்று சோதனை முறையால் தெரியவரப் பிராணவாயுவின் பரமாணு-பாரம் 24 ஆக இருக்கவேண்டும். தண்ணீரிலுள்ள அப்ஜனகம் முழுவதையும் இரண்டு தடவைகளில் (உதாரணமாக—ஸோடியம் கொண்டு) வெளியேற்றமுடியும். ரஸாயன விகாரத்தில் ஒரு பரமாணுவுக்குக் குறைவாக ஒரு தனிப்பொருளை வெளியேற்றமுடியாததலால் தண்ணீரணுவில் இரண்டு அப்ஜனக பரமாணுக்களாவது இருக்கவேண்டுமென்று தெரியவருகிறது. பிராணவாயுவைப் படிப்படியாக விலக்கமுடியாது என்ற சோதனையின் முடிவு, தண்ணீரணுவில் ஒரு பிராணவாயு பரமாணுவே இருக்கிறது என்பதை வெளியாக்குகிறது. எனவே தண்ணீரின் சங்கேதம் H_2O

ஆகத்தான் இருக்கவேண்டும். ஆகையால், பிராணவாயுவின் பரமாணு-பாரம் 16 என்பது நிச்சயமாகிறது.

III. ட்யூலாங்-பெடிட்-விதி (1819)
(Dulong and Petit's Law or Generalization)

(i) ஏதேனும் ஒரு தனிப் பொருளை எடுத்துக்கொள்ளுவோம். அதை ஒரு நிலைக்குச் சூடுசெய்ய ஏதோ ஒரு அளவில் உஷ்ணம் வேண்டும். ஒரு திட்டமான நிலையை ஏற்படுத்தியே, ஒரு பொருளின் பௌதிக மாறுவிராசிகளை (Physical Constants) குறிக்கலாம். ஒரு கிராம் நிறையுள்ள பொருளின் உஷ்ண நிலையை 0° ச-லிருந்து 1° ச-க்கு ஏற்றத் தேவையான சூட்டின் அளவை, அப்பொருளின் "தாரதர-உஷ்ணம்" (Specific heat) என்று சொல்லுகிறோம். தண்ணீரின் "தாரதர-உஷ்ணம்" ஒன்று என்று திட்டப்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது. ட்யூலாங், பெடிட், என்ற இருவரும், திடஸ்திதியிலுள்ள தனிப்பொருள்களின் தாரதர-உஷ்ணங்களை அளந்து ஆராய்ச்சிசெய்ததில் அதிசயமான பயனைக் கண்டனர். அவர்கள், தனிப்பொருள்களின் பரமாணு-பாரங்களை அவ்வவற்றிற்குரிய தாரதர-உஷ்ணங்களாற் பெருக்கிப்பார்க்கப் பெருக்குத் தொகை அநேகமாய்ச் சமமாயிருப்பதைக் கண்டனர். இப்பெருக்குத் தொகை 6·4 என்ற எண்ணுக்கு ஏறக்குறையச் சமமாயிருக்கிறதென்பதையுங் கண்டனர். ஆகையால், "பரமாணு-தாபம்" (Atomic Heat) எல்லாத் தனிப்பொருள்களுக்கும் ஓரளவுள்ளதே; அதாவது "கிராம்-பரமாணு நிறையுள்ள தனிப்பொருள்களின் உஷ்ண நிலைகளை 1° ச அளவிற்கு உயர்த்த ஒரே அளவுள்ள உஷ்ணமே தேவை"[1] என்ற நியாயத்தை வெளியிட்டனர்.

[1] The atomic weights of all elements have equal capacities for heat.

மற்றொரு விதமாகவும் இதைக் கூறலாம்:—"பரமாணுவின் தாரதர-உஷ்ணம் அதன் பாரத்தை எதிர்விகித ஸாம்யத்தில் ஒத்திருக்கிறது."[1] இந்த "மாறுவிராசி" 6, 7 என்ற இரண்டு எண்களுக்குள்ளிருக்கிறது என்பது கீழேயுள்ள அட்டவணையினின்று தெரியவரும்.

தனிப்பொருள்		பரமாணுபாரம் (முழு எண்ணளவில்)	தாரதர உஷ்ணம்	ப.பா. × த.உ.
லிதியம்	Li	7	0·94	6·58
ஸோடியம்	Na	23	0·29	6·7
மாக்னீஸியம்	Mg	24	0·245	6·0
இரஜதம்	Ag	108	0·0559	6·04
கால்ஸியம்	Ca	40	0·17	6·8
அயம்	Fe	56	0·112	6·3
நாகம்	Zn	65	0·093	6·1
இரக்தகம்	Br	80	0·084	6·7
இரஸம்	Hg	201	0·0335	6·73
ஸ்வர்ணம்	Au	197	0·03	6·3
தாமிரம்	Cu	64	0·092	5·88
பிஸ்மதம்	Bi	209	0·03	6·37
ஸீஸம்	Pb	207	0·0315	6·52
அலுமீனியம்	Al	27	0·2143	5·81
யுரேனியம்	U	238	0·0277	6·58

மேலே காட்டிய அட்டவணையில், பரமாணுபாரங்கள் ஏழிலிருந்து இருநூற்று முப்பத்தெட்டுவரையிற் காணப்படுகின்றன. கடைசிப்பத்தியிற் காணும் பெருக்குத்தொகைகள் கிட்டத்தட்ட ஒரே அளவிலிருக்கின்றன. அவற்றின் சராசரி 6·36. இதை 6·4 என்றே எடுத்துக் கொள்ளுவது வழக்கம். விலக்கவொண்ணாத சோதனைப்

[1] The specific heat of an element is inversely proportional to its atomic weight and *vice versa*.

பிழைகளாலும், மற்றக் காரணங்களினாலும், இப்பெருக்குத் தொகையை ஒரே மாறுவிராசியாக இருக்க எதிர்பார்க்க முடியவில்லை. ட்யூலாங்-பெடிட் நியாயத்தைப் பின்வருமாறு சமீகரிணிக்கலாம்.

ப. பா. × த. உ. = 6·4

ப. பா. = 6·4 ÷ த. உ.

[ப. பா. = பரமாணுபாரம். த. உ. = தாராதர உஷ்ணம்]

இவர்கள் வெளியிட்ட நியாயம் முற்றிலும் உண்மையாயிராவிட்டாலும், உண்மையை ஒட்டியே நிற்பதால், அநுபவத்தில் உபயோகப்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. ஒன்று நிச்சயம்—அதாவது தனிப்பொருள்களின் பரமாணு-பாரங்களைப் பெரும்படியாகக் கணக்கிடலாம் என்பது.

ஆனால் இவ்விதிக்கு மாறாகச் சில பொருள்கள் இருக்கின்றன. அவற்றைக் கீழே காண்க.

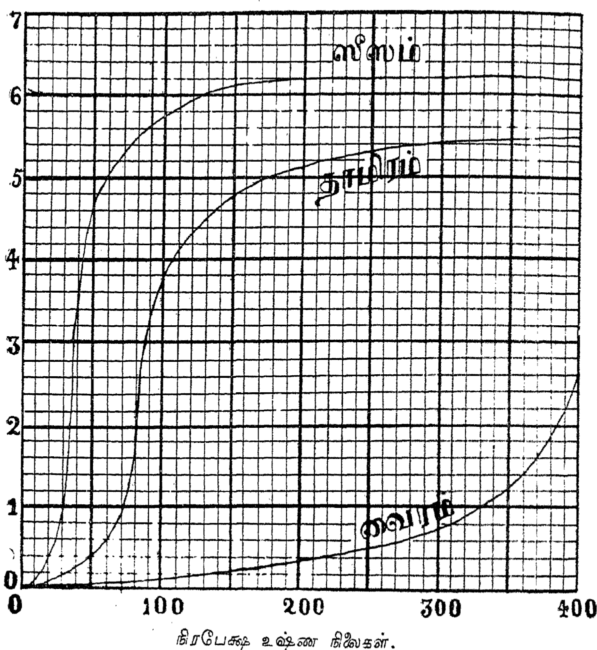
தனிப்பொருள்		பரமாணு-பாரம்	தாராதர உஷ்ணம்	ப. பா. × த. உ.
இங்காலம் (வைரம்)	C	12	0·10	1.2
,, (சாதாரணக்கரி)	C	12	0·17	2·1
சிலகம்	Si	28·3	0.165	4·6
பெரிலியம்	Be	9	0·4	3·6
பொறனம்	B	11	0·25	2·8

இவ்விதியில் அகப்படாத நிலையில், இவ்வளவு தனிப் பொருள்களிருக்க, ட்யூலாங்-பெடிட்-நியாயத்தை ஒரு திட்டமான சட்டமென்று கொள்ளக்கூடாது; ஆனால், அவர்களது நியாயம் அநேகமாய்ச் சரியாயிருப்பதாலும், சோதனை முறைகளுக்கு எளிதாயிருப்பதாலுமே அதை நாம் ஏற்றுக்கொள்ளுகிறோம். அந்த நியாயத்தை அவர்கள் வெளியிட்டவுடனே, அதை அநேக சாஸ்திரஞ்ஞர்கள் ஒப்புக்கொள்ளவில்லை. (அந்நாளில், பரமாணு-பாரங்களின் அளவுகள் இந்நாளிலொப்புக்கொள்ளப்பட்டுள்ள எண்களிலிருந்து அதிக அளவில் வித்தியாசப்பட்டவையாக இருந்தன.) ஆனால் இவ்விதிக்குட்படாத தனிப்பொருள்களும் அதிக உஷ்ணநிலையில் இவ்விதிக்கு ஒத்துவருகின்றன. தற்கால ஆராய்ச்சி முறைகள், தனிப் பொருளின் தாரதர-உஷ்ணம், உஷ்ணநிலை குறையக்குறையக் குறைந்து கொண்டு வருகிறதென்றும், நிரபேக்ஷ சூனிய உஷ்ணநிலையில் (Absolute Zero) தாரதர உஷ்ணமும் சூன்யமாகிறதென்றும், உஷ்ணம் அதிகரிக்க அதிகரிக்கத் தாரதர-உஷ்ணமும் அதிகமாகி, ஒரு உஷ்ண நிலைக்குமேல் மாறாததாயிருக்கிறதென்றும் வெளிப்படுத்துகின்றன. உஷ்ண நிலை தாரதர-உஷ்ணத்தை எவ்விதம் பாதிக்கிறது என்பதை அடியிற்கண்டதிலிருந்து காண்க.

உஷ்ணம்	−150°	−100°	−50°	0°	50°
இரஜதத்தின் பரமாணுதாபம்	4·97	5·46	5·80	6·03	6·06
ஸ்வர்ணத்தின் பரமாணுதாபம்	5·25	5·54	5·78	5·97	6·1
பிஸ்மதத்தின் பரமாணுதாபம்	5·49	5·67	5·86	6·06	6·27
அலுமீனியத்தின் பரமாணுதாபம்	3·71	4·54	5·19	5·68	5·89

இதைப் படத்திலிருந்துங் காணலாம். உயர்ந்த உஷ்ண நிலைகளில் கரி, பொறனம் இவைகளின் பரமாணு-தாபங் களும் 6·4 என்ற அளவிற்கு ஒட்டியே நிற்கின்றன. ஆகையால், எல்லாத் தனிப் பொருள்களும் இந்நியாயத் திற்குட்பட்டவைதான் என்ற சித்தாந்தம் எல்லோராலும் இப்பொழுது ஒப்புக்கொள்ளப்படுகிறது.

உஷ்ணநிலைக்கேற்ற தாராதர உஷ்ணம்.



நிரபேக்ஷ உஷ்ண நிலைகள்.

6·4-ஐத் தாராதர-உஷ்ணத்தால் வகுத்து, பெரும்படி யாகப் பரமாணு-பாரத்தைக் கண்டுபிடித்து, அதைத் தனிப்பொருளின் சமான எடைகொண்டு சீர்திருத்தலாம்.

ஏனென்றால், சமான எடையின் குணித அளவிலேதான் பரமாணு-பாரம் இருக்கும். சமான எடையைச் சுத்தமாய்ச் சரிவரக் கணக்கிடலாம். பெரும்படியாக ட்யூலாங்-பெடிட் முறையால் பரமாணு-பாரத்தைக் கண்டுபிடித்துப் பிறகு, அது துல்யமாக அளவிடப்பட்ட சமான எடையின் எந்தக் குணிதத்திற்கு ஒத்திருக்கிறதென்று கவனித்து, அந்தக் குணித எண்ணைப் பரமாணு-பாரம் என்று எடுத்துக்கொள்ளுகிறோம்.

உதாரணம் :—(1) ஓர் உலோகப் பிராணையின் நூற்றுப்பகுதி விகிதம்: உலோகம் $=52{\cdot}94$, பிராணவாயு $=47{\cdot}06$. உலோகத்தின் தாராதர-உஷ்ணம் $0{\cdot}25$. உலோகத்தின் பரமாணு-பாரம் என்ன?

$$\text{பெரும்படியான பரமாணு பாரம்} = \frac{6{\cdot}4}{{\cdot}25} = 25{\cdot}6.$$

$$\text{உலோகத்தின் சமான எடை} = \frac{52{\cdot}94}{47{\cdot}06} \times 8 = 9{\cdot}0.$$

ஒன்பதின் எந்தக் குணிதம் $25{\cdot}6$ என்ற எண்ணுக்கு அருகிலிருக்குமென்று கவனித்தால் (3×9) 27 என்று காண்கிறோம். ஆகையால், உலோகத்தின் பரமாணு பாரம் $=27{\cdot}0$.

(2) பிளாடின ஹரிதகையை விபாகித்ததில் $48{\cdot}8$ கி. பிளாடினம் $35{\cdot}46$ கி. ஹரிதகத்துடன் சேர்ந்திருக்கிறது என்றும், பிளாடினத்தின் தாராதர உஷ்ணம் $0{\cdot}0324$ என்றும் காணப்பட்டன. பிளாடினத்தின் பரமாணுபாரத்தைக் கணக்கிடு.

$$\text{பெரும்படியான பரமாணு-பாரம்} = \frac{6{\cdot}4}{0{\cdot}0324} = 197{\cdot}5$$

சமான எடை $=48{\cdot}8$.

$4 \times 48{\cdot}8 = 195{\cdot}2$. இதுதான் $197{\cdot}5$-க்கு அருகிலிருக்கிறது. ஆகையால், பிளாடினத்தின் பரமாணு-பாரம் $=195{\cdot}2$.

(3) இண்டியத்தைக் (Indium) கண்டுபிடித்தவுடன், அதன் ஹாரிதகையைத் தயாரித்து, விபாகித்துப் பார்த்து, அதன் சமான எடையை 37·8 என்று கணக்கிட்டார்கள். இண்டிய-ஹாரிதகையின் சங்கேதத்தை $InCl_2$ என்று நினைத்து, இண்டியத்தின் பரமாணு-பாரம் 75·6 என்று நிச்சயித்தார்கள். பின்னால் அதன் தராதர உஷ்ணத்தை 0·057 என்று கண்டார்கள். அதன் அணுதாபம் 75·6 × 0·057 = 4·5 ஆக இருக்கவேண்டும். பெருக்குத்தொகை 4·5 ஆக இருப்பதால், அதன் பரமாணு-பாரம் 75·6 ஆக இருக்கமுடியாதென்று நினைத்தார்கள். அதன் பெரும்படியான பரமாணு-பாரம் 6·4 ÷ 0·057 = 112·3 ஆக இருக்கவேண்டும். ∴ அதன் சரியான பரமாணு-பாரம் = 37·8 × 3 = 113·4. இப்பரமாணுபாரமே சரியென்று மெண்டலீப் நியாயத்தாலும் பின்னால் அறிவோம். தற்கால ஆராய்ச்சிகளில் அது 114·8 என்று தெரியவருகிறது.[1]

(ii) 1831-ம் வருஷம் ந்யூமன் (Newmann) என்பவர், "ஒரேமாதிரியான சங்கலனத்தையுடைய சேர்க்கைப் பொருள்களின் அணு-தாபம் (Molecular Heat)—அதாவது, அணுபாரம் × தராதர உஷ்ணம்—அநேகமாய் மாறா விராசியாக இருக்கிறது"[2] என்ற நியாயத்தை வெளியிட்டார். இந்நியாயத்தின் உதவியாலும் பரமாணுபாரங்களைக் கண்டுபிடித்ததோடு தப்பாகக் கண்ட பிரமாணத்தையுந் திருத்தியிருக்கிறார்கள்.

(iii) மாறாத பருமநிலையில், ஒரு வாயுவின் தராதர உஷ்ணத்தைக்கண்டு, ஓர் அணு வாயுவில் எத்தனை பரமா

[1] சமான எடையை ஒரு முழு எண்ணால் பெருக்கினதேயாமல்லவா? அது தனிப்பொருளின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியத்தைக் குறிப்பது. இதை 16-வது அத்தியாயத்தில் விவரமாகச் சொல்வோம்.

[2] *Newmann's Law*:—The product of the specific heat and the molecular weight of the compounds of similar composition is nearly constant.

ணுக்கள் அமைந்திருக்கின்றன என்று அறியலாம். ஓர் அணுவின் தாரதர உஷ்ணம் 3 தாபமாத்திரைகளாக (Calories) இருந்தால், ஏக பரமாணு-அணு என்றும், 4·7—6 தாபமாத்திரைகளாக இருந்தால், துவி-பரமாணு-அணு என்றும் அறியவும். இம்முறை சூனியஸமூகத்திலுள்ள தனிப்பொருள்களின் பரமாணு-பாரத்தைக்காணச் சாதகமாயிருக்கிறது. ஏனென்றால் அவை வேறு பொருள்களுடன் சேரமாட்டா. ரஸாயன முறைகளுளொன்றாலும் அவற்றின் பரமாணு-பாரத்தை அளவிட முடியாது.

IV. மிட்சர்லிச் ஏகரூபத்வ விதி (Mitscherlich's Law of Isomorphism 1819) :—

1819-ம் வருஷத்தில், மிட்சர்லிச் என்பவர் ஸோடிய-அப்ஜனக-பாஸ்வரிகஜமும் (Sodium Hydrogen Phosphate) ஸோடிய-அப்ஜனக-பாஷாணிகஜமும் (Sodium Hydrogen Arsenate) விலயனங்களிலிருந்து ஸ்படிகரிக்கும்பொழுது ஒவ்வொன்றும் 12 ஸ்படிக நீர் அணுக்களுடன் வெளிவருகின்றன என்பதைக் கண்டார். அவர் இவ்விரு பொருள்களின் ஸ்படிக-உருவத்தைச் சோதித்து, அவை ஒரே ஸ்படிக வடிவமுள்ளனவாயிருப்பதையுங் கண்டார். வெவ்வேறு உப்புக்கள் ஒரே வடிவமுடைய ஸ்படிகங்களைக் கொடுக்குந்தன்மைக்கு அவர் ஐஸோமார்பிஸ்ம் (Isomorphism) என்று பெயரிட்டார். அதை நாம் "ஏகரூபத்வம்" என்று சொல்லுவோம். இவ்விதமாகப் பல பொருள்களைச் சோதித்ததின் பயனாக அவர் பின்வரும் விதியைக் கூறினார்.

"ஏக ரூபமுள்ள பொருள்கள் உவமையான நிர்மாணங்களை (Analogous Constitution) உடையனவாக இருக்கவேண்டும்.[1]" அதாவது, ஒரு சேர்க்கைப்பொருளி

[1] Substances of the same crystalline form i.e. isomorphous substances have analogous constitution.

லிருந்து ஒரு தனிப் பொருளை மற்றொரு தனிப் பொருள், ஸ்படிக வடிவத்தை மாற்றாமல் விலக்கி, அதற்குப் பதிலாக அது அமருமேயாயின், பரமாணுவுக்குப் பரமாணு விகிதத்திலேயே இவ்விலக்குதல் ஏற்படவேண்டும். இரண்டு பொருள்களை ஏகரூபத்தன்மை பொருந்தியவை என்று சொல்லக் கீழ்க்கண்ட குணங்கள் அவற்றில் அமைந்திருக்க வேண்டும் :—

(1) வடிவம் ஒன்றாயிருக்கவேண்டும்.

(2) இரண்டு பொருள்களின் விலயனங்களையும் ஒன்றுசேர்த்து ஸ்படிகீகரணம் செய்தால் "மிச்ர-ஸ்படிகங்கள்" (Mixed crystals) உண்டாகி வெளிவரவேண்டும்.

(3) ஒரு பொருளின் பூரித விலயனத்தில் மற்றொரு பொருளின் ஒரு துண்டைத் தொங்கவிட, அதை நடுவே அமைத்து, அதைச் சுற்றி மற்றப் பொருள் வளர வேண்டும்.

மேற்கண்ட விஷயத்திலிருந்து, பின்வரும் நியாயம் வெளியாகிறது :—"பரமாணு பாரம் தெரிந்த ஒரு தனிப் பொருள், மற்றொரு பரமாணுபாரந் தெரியாத தனிப் பொருளை ஓர் ஐக்கியப்பொருளிலிருந்து வடிவம் மாறாமல் விலக்குமேயாயின், விகாரிக்குந் தனிப்பொருள்களின் எடைகள் அவைகளின் பரமாணு பாரங்களின் விகிதத்திலேயே இருக்கவேண்டும்."

உதாரணம் :—பொட்டாஸிய-ஹரிதகையும் பொட்டாஸிய-பாடலகையும் ஒரே வடிவமுடையவை. ஹரிதகத்தின் பரமாணு நிறை தெரிந்ததென்று வைத்துக் கொள்ளுவோம். விபாகமுறையால் 39 கி. பொட்டாஸியம் 35·5 கி. ஹரிதகத்துடனும், அதே 39 கி. பொட்டாஸியம் 127 கி. பாடலகத்துடனும் சேரும் என்று தெரிந்து கொள்ளுகிறோம். ஒரு பரமாணு பாடலகத்தை ஒரு பரமாணு ஹரிதகம் விலக்குமென்று விதி கூறுவதால், பாடல

கத்தின் பரமாணுபாரம் 127தான் (முழு எண்ணளவில்) என்று நிச்சயிக்கிறோம்.

வேறொரு உதாரணத்தை எடுத்துக்கொள்ளுவோம். பொட்டாஸிய-கந்தகிகஜமும், பொட்டாஸிய-சாந்த்ரிகஜமும் (Potassium Sulphate and Potassium Selenate) ஒரே வடிவமுள்ளவை. சங்கலனத்தைக் கவனிப்போம்:—

	பொட்டாஸியம்	பிராணவாயு	கந்தகம்	சாந்த்ரம்
பொட்டாஸிய கந்தகிகஜம்	44·83	36·78	18·39	...
பொட்டாஸிய சாந்த்ரிகஜம்	44·83	36·78	...	45·40

கந்தகத்தின் பரமாணுபாரம் : சாந்த்ரத்தின் பரமாணுபாரம் :: 18·39 : 45·40.

கந்தகத்தின் பரமாணுபாரம் = 32.

ஆகையால், சாந்த்ரத்தின் பரமாணுபாரம் =

$$\frac{45{\cdot}40 \times 32}{18{\cdot}39} = \mathbf{79.}$$

ஏக ரூபத்தன்மையைக்காட்ட நல்ல உதாரணங்கள் படிக்கார வகைகள் (Alums). சாதாரணச் சீனிக்காரமும் கிரோம் படிக்காரமும் ஒரே வடிவுடையவை. 4·74 கி. சாதாரணச் சீனிக்காரம், சூடுசெய்த பிறகு, 2·58 கிராம் நீரற்ற பொருளையும், அதே மாதிரிச் சூடு செய்த பிறகு 3·59 கிராம் கிரோம் படிக்காரம் 1·86 கிராம் நீரற்ற பொருளையும் கொடுத்தால் கிரோமியத்தின் பரமாணு பாரத்தைக் கண்டுபிடி.

இரண்டு படிக்காரங்களும் ஏகரூபமுள்ளனவாதலால் அவைகளின் சங்கேதங்களும் சமான அமைப்புள்ளனவாயிருக்கவேண்டும்.

சீனிக்காரம் $= K_2SO_4Al_2(SO_4)_3 24H_2O$

குரோம்-படிக்காரம் $= K_2SO_4Cr_2(SO_4)_3 24H_2O$

சீனிக்காரத்திலுள்ள ஸ்படிக நீர்

$(4{\cdot}74 - 2{\cdot}58 = 2{\cdot}16)$

$$= \frac{2{\cdot}16}{4{\cdot}74} \times 100 = 45{\cdot}58 \%$$

குரோம் படிக்காரத்திலுள்ள ஸ்படிகநீர்

$(3{\cdot}59 - 1{\cdot}86 = 1{\cdot}73)$

$$= \frac{1{\cdot}73}{3{\cdot}59} \times 100 = 48{\cdot}12 \%$$

சீனிக்காரத்தின் அணுபாரம் $= 948{\cdot}6$.

100 கிராம் சீனிக்காரத்திலுள்ள நீர் $= 45{\cdot}58$ கி.

$948{\cdot}6$ கிராம் சீனிக்காரத்திலுள்ள நீர் $=$

$$\frac{45{\cdot}58}{100} \times 948{\cdot}6 = \mathbf{432{\cdot}4} \text{ கி.}$$

ஓர் அணுபாரக் குரோம் படிக்காரத்திலும் $432{\cdot}4$ கிராம் நிறையுடைய நீர் இருக்கவேண்டும்.

$48{\cdot}12$ கி. நீர் இருக்கும் படிக்காரத்தின் நிறை 100 கி.

$\therefore$ $432{\cdot}4$ கி. நீர் இருக்கும் படிக்காரத்தின் நிறை $= \frac{100}{48{\cdot}12} \times 432{\cdot}4 = \mathbf{898{\cdot}4}$ கி.

ஆகையால், குரோம் படிக்காரத்தின் அணுபாரம் $=$ **898·4** (இம்முறைகொண்டு அணுபாரத்தையுங் கண்டுவிடலாம் என்றறிக.)

சங்கேதத்தில், குரோமியத்தைத்தவிர மற்ற எல்லாத் தனிப் பொருள்களின் பரமாணுபாரமும் தெரியும். குரோமியத்தை நீக்கி மீதிநிற்கும் சங்கேதத்தின் நிறை $K_2 So_4$ [×] $(So_4)_3$ $24H_2O = 794{\cdot}4$. ஆகையால், 2 குரோமிய பரமாணுக்களின் பாரம் $= 898{\cdot}4 - 794{\cdot}4 = 104$

ஆகையால், குரோமியத்தின் பரமாணுபாரம்

$$= 104 \div 2 = \mathbf{52}$$

V. பிரதிகரண முறை (Method of Substitution)

சில சமயங்களில், இம்முறையாற் காணப்பட்ட அளவு சரியா என்று சோதிக்கமுடியும் ஓர் உதாரணத்தை எடுத்துக்கொள்ளுவோம். மீதேன் (Methane) அல்லது சதுப்புநில வாயு அப்ஜனகத்தைப்போல் 8 பங்கு திண்மையுள்ளது. ஆகையால், அதன் அணுபாரம் 16. (அவொகாட்ரோ நியாயம்). எடை விபாகச்சோதனை C : H :: 3 : 1 என்ற விகிதத்தைக் காட்டுகிறது. இதை C : H :: 12 : 4 என்றுஞ் சொல்லலாம் (அணுபாரம் = 16). ஆகையால், இதன் சுலப சங்கேதம் CH_4. ஆகையால், கரியின் பரமாணு பாரம் 12 ஆக இருக்கலாம். அப்ஜனகத்தை ஹரிதகத்தாற் பிரதிகரித்துப் பார்க்க 4 ஐக்கியப் பொருள்கள் உண்டாகின்றன. ஒவ்வொரு பொருளுண்டாகும்பொழுதும், ஒரு அப்ஜனக பரமாணு விலகுகிறது. ஆகையால், அணு அமைப்பில் நான்கு அப்ஜனக-பரமாணுக்களே இருக்க வேண்டும். ஆனதுபற்றிக் கரியின் பரமாணுபாரம் 12 தான் என்று ஏற்படுகிறது.

VI. மெண்டலீப் வெளியிட்ட ஆவர்த்த ஸம்விபாக நியாயமுறை (By Periodic Law)

இம்முறையால் இண்டியம் முதலிய தனிப்பொருள்களின் பரமாணு பாரங்கள் கணக்கிடப்பட்டிருக்கின்றன. இம்முறையைப் பின்னால் விவரித்துக்கூறுவோம்.

VII. பிண்ட-வர்ணப்பட்டி-வரைகோடு-யந்திர முறை (By Mass-Spectro-Graph)

இம்முறை அவொகாட்ரோ சங்கல்பித்த நியாயங்களைத் தழுவாமலிருக்கிறது. மாஸ்லி (Moseley), தாம்ஸன் (J.J. Thomson), ஸாடி (Soddy) இவர்கள் செய்த சோதனைகளின் பயனாய் விளைந்தது இம்முறை. இம்முறையைச் சரிவர "இண்டர்மீடியட்" மாணுக்கர்கள் அறிய முடியாதிருப்பதால் இதைப்பற்றி இங்கு நாம் விவரிக்க

வில்லை. ஆனால், இம்முறை பரமாணுபாரத்தைச் சுத்த அளவில் காட்டும் என்று அறியவும்.

இவ்வெவ்வேறு முறைகளால், பரமாணுபாரங்களைத் தாரதர நிலையிலேயே காணமுடியும். ஆனால் ஏதாவதொன்றின் உண்மைப்பரமாணுபாரம் தெரியவருமேயாயின் மற்றவைகளையும் கணக்கிடலாம் என்று சொன்னோமல்லவா? இவ்விதம் கணக்கிட, நாம் "அவொகாட்ரோ எண்ணை" (Avogadro's Number) அறியவேண்டும். "அவொகாட்ரோ எண்" என்பது யாது? ஒரு கிராம் அணுவிலிருக்கும் அணு எண்ணே அது. பலமுறைகளிலிருந்து கணக்கிட்ட அச்சராசரி எண் $60 \cdot 6 \times 10^{22}$. அதாவது 2·016 கிராம் எடை அப்ஜனகத்தில் 606,000,000,000,000,000,000,000 அணுக்களிருக்கின்றன. ஆகையால், ஒரு அப்ஜனக பரமாணுவின் எடை $1 \cdot 65 \times 10^{-24}$கி. அதாவது,

0·000,000,000,000,000,000,000,00165 கிராம்.

இதை ஆதாரமாக வைத்துக்கொண்டு மற்றெந்தத் தனிப்பொருளின் உண்மைப் பரமாணுபாரத்தையும் கணக்கிடலாம். $1 \cdot 65 \times 10^{-24}$ என்பதை இவ்வத்தியாயத்திற் குறிப்பிட்ட முறைகளாற் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஒரு தனிப்பொருளின் தாரதர-பரமாணுபாரத்தைக் குறிக்கும் எண்ணாற் பெருக்கு. அப்பெருக்குத்தொகையே கிராம் அளவில் அத்தனிப்பொருளின் ஒரு பரமாணு எடையைக் குறிப்பதாகும்.

பரமாணுவின் எடையும் இந்நாள் பிரகிருதிசாஸ்திர ஆராய்ச்சி முறைகளாற் கணக்கிடப்பட்டுவிட்டது. விஞ்ஞான சாஸ்திரிகளனைவருக்கும் ஜே !!

அத்தியாயம் 16

ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் அல்லது ஸம்யோக-சக்தி (Valency)

ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் என்பது ரஸாயன சாஸ்திரத்தின் ஒரு முக்கிய பாகம். அதைப்பற்றிய அநேக அரிய பெரிய நூல்கள் பல நுண்ணறிவாளர்களால் எழுதப்பட்டுள்ளன. "சர்வகலாசாலையிலுள்ள மாணவர்கள், ரஸாயன சாஸ்திரத்தில் சந்தேகமற முற்றிலும் தெளிவாய்த் தாம் அறிந்துவிட்டதாக எண்ணப்படுவதும், முதிர்ந்த அறிவுடைய ரஸாயன விஞ்ஞானிகள் தாம் எவ்வளவு முயன்றும் ஒன்றுமே விளங்கவில்லை என்று கருதப்படுவதுமான விஷயமே ஸம்யோக-சாமர்த்தியம்" என்று அதற்கு இலக்கணங்கூறப்படுகிறது என்று ஹோம்யார்ட் எழுதியுள்ளார். இதைக்கண்டு நாம் பயந்தோடிவிடலாகாது. 'கடவுள்' என்றால் என்ன என்ற கேள்விக்குச் சிலர் தாம் கடவுளை முழுதும் அறிந்தவர்போல் சரமாரியாகப் பொழிந்துவிடுவார். சிலர் ஆழ்ந்த யோசனையிலமர்ந்து ஒன்றுஞ் சொல்லமுடியாமல் மௌனமாயிருப்பார். நாம் எடுத்துக்கொண்ட விஷயமும் அவ்வளவு சிக்கலானதே. ரஸாயன சாஸ்திரத்தைக் கற்கத்தொடங்கும் இச்சந்தர்ப்பத்தில் அது உண்மையில் அறிவுக்கெட்டாததாக இருந்தும், அதை ஒருவாறு என்னவென்றும் எளிதில் அறிந்து கொள்ளலாகும்.

அணுக்களில் பரமாணுக்கள் அமைந்துள என்பது நமக்குத்தெரிந்ததே. அணுக்களில் பரமாணுக்கள் ஏதோ தற்செயலாய் ஒன்றின் பக்கத்திலொன்று கிடக்கின்றன என்று கருதக்கூடாது. அணு அமைப்பிலுள்ள அழகான ஒழுங்கான ஜோடனைக்கு, பரமாணுக்களுக்குள்ள ஒருவித ரஸாயன பந்தமே (கவர்ச்சியே) காரணம். இச்சக்தியின் குணாதிசயங்களைத் தெரிந்துகொள்வதே இங்குள்ள சிரமம்.

இலகுவாகச் சொல்லுமிடத்து, ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் என்பது ஒரு தனிப்பொருளின் பரமாணு, ரஸாயன-சேர்க்கையிலீடுபடும்பொழுது காட்டுந்திறனாகும். சேர்க்கைப் பொருளுண்டாகும்பொழுது, தனிப்பொருள்களின் பரமாணுக்கள் எவ்வெண்ணளவில் கூடுபடும் என்பதைத் தெரிவிக்கும் எண்களே ஸம்யோக-சாமர்த்தியத்தைக் காட்டுகின்றன. இங்கும், அப்ஜனகத்தையே பிரமாணமாகக்கொண்டு அதன் ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் ஒன்று என்று சங்கல்பித்துக்கொள்கிறோம். ஒரு தனிப்பொருளின் ஒரு பரமாணு எத்தனை அப்ஜனக பரமாணுக்களுடன் ஸம்யோகிக்கவல்லது என்று குறிக்கும் எண்ணே அத்தனிப்பொருளின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியம். தனிப்பொருளின் ஒரு பரமாணு ஓர் அப்ஜனக-பரமாணுவுடன்தான் ஸம்யோகிக்குமென்றால் அதன் ஸம்யோக-சாமர்த்தியத்தை ஒன்றென்றும், இரண்டு அப்ஜனக-பரமாணுக்களுடன் ஸம்யோகித்தால், அதன் ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் இரண்டென்றும், மூன்று பரமாணுக்களுடன் ஸம்யோகித்தால் மூன்றென்றும் இவ்வாறு சொல்லுவோம். இன்னும் முன் அத்தியாயத்தில் ட்யூலாங்-பெடிட் நியாயத்தின்படி கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பரமாணு-பாரத்தைச் சுத்தமாக்கத் தனிப்பொருளின் சமான எடையை ஒரு சிறு முழு எண்ணாற் பெருக்கினோமல்லவா?

ப. பா = ச. எ × ஒரு முழு எண்.

(உ-ம்) அலுமீனியத்தின் பெரும்படியான பரமாணு பாரம் = 25·4 (ட்யூலாங்-பெடிட் முறைப்படி)

அலுமீனியத்தின் சமான எடை = 9·0.

அதன் (சுத்த) பரமாணு பாரம் = 3 × 9 = 27

பெருக்குந் தொகையாகிய மூன்று, அலுமீனியத்தின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியத்தைக் (Valency) காட்டுகிறது.

ஆகையால், ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் $= \frac{\text{பரமாணு பாரம்}}{\text{சமான எடை}}$.

சில உதாரணங்களைக் கவனிப்போம்.

பிராணவாயுவும் ஹரிதகமும் அப்ஜனகத்துடன் ஸம்யோகிக்கின்றன. ஆனால் ஒரே எடையுள்ள அப்ஜனகத்துடன், அவை வெவ்வேறு (எடை) அளவில் ஸம்யோகிக்கின்றன. ரஸாயன ஸம்யோகம் சம்பந்தப்பட்டமட்டில், அவை வெவ்வேறு அளவில் சாமர்த்தியத்தையுடையவையாயிருக்கின்றன. அநேகமாய் எல்லா உலோகமல்லாத தனிப்பொருள்களும் அப்ஜனகத்துடன் ஸம்யோகிக்கின்றன. அப்ஜனகத்துடன் ஸம்யோகிக்கும் விகிதத்தை ஒத்து, உலோகமல்லாத தனிப்பொருள்களைத் தரம் பிரிப்போம்:—

		தனிப்பொருள்		அப்ஜனகையின் பெயரும் சங்கேதமும்	
I.	(1)	காசாதம்	(F)	அப்ஜனக-காசாதை	HF
	(2)	ஹரிதகம்	(Cl)	அப்ஜனக-ஹரிதகை	HCl
	(3)	இரக்தகம்	(Br)	அப்ஜனக-இரக்தகை	HBr
	(4)	பாடலகம்	(I)	அப்ஜனக-பாடலகை	HI

ஹரிதக இனத்தைச்சேர்ந்த ஒவ்வொரு தனிப்பொருளும் அப்ஜனகத்துடன் பரமாணுவுக்குப் பரமாணு விகிதத்திலேயே ஸம்யோகிக்கின்றது. அப்ஜனக-பரமாணுவுடன் ஸம்யோகிக்கும் சக்தியைப் பிரமாணமாக வைத்துக்கொண்டால், ஹரிதக இனங்களின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியமும் ஒன்று என்று காண்கிறோம். ஆரம்பத்திற் குறித்த சமீகரணத்தின்படி பார்த்தாலும் அவைகளின் ஸம்யோக சாமர்த்தியம் ஒன்று என்றே வெளியாகும். ஏனெனில் ஹரிதகவினங்களொவ்வொன்றின் பரமாணு-பாரமும், சமான எடையும் ஒரே அளவுள்ளவை. இச்சக்தியுள்ள தனிப் பொருள்களை "ஏக-ஸம்யோக-சக்தி வாய்ந்தவை" (Monovalent) என்று சொல்லுவோம்.

தனிப்பொருள்			அப்ஜனகையின் பெயரும்-சங்கேதமும்	
II.	பிராணவாயு	(O)	தண்ணீர்	H_2O
	கந்தகம்	(S)	அப்ஜனக-கந்தகை	H_2S
	சாந்த்ரம்	(Se)	அப்ஜனக-சாந்த்ரை	H_2Se

பிராணவாயு, கந்தகம், சாந்த்ரம் இவை ஒவ்வொன்றின் ஒரு பரமாணுவுடன் ஸம்யோகிக்கும் அப்ஜனக பரமாணுவின் எண் இரண்டு என்று காண்கிறோம். ஆகையால், பிராணவாயு வர்க்கத்தைச் சேர்ந்த தனிப்பொருள்களின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் இரண்டு. அவைகளைத் "துவி-ஸம்யோக-சக்திவாய்ந்தவை" (Divalent) என்று சொல்லுவோம். அவைகளின் பரமாணு-பாரங்களை முறையே அவ்வவற்றின் சமான-எடைகளால் (அப்ஜனக ஸம்யோகத்திற்குரிய) வகுக்க, அம்முறையிலும் அவைகளின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியத்தை இரண்டென்று காண்கிறோம்.

III. (1)	பாக்கியஜனகம்	N.	அமோனியா	NH_3
(2)	பாஸ்வரம்	P.	அப்ஜனக-பாஸ்வரை	PH_3
(3)	பாஷாணம்	As.	அப்ஜனக-பாஷாணை	AsH_3
(4)	அஞ்சனம்	Sb.	அப்ஜனக-அஞ்சனை	SbH_3

முன்போலவே, சோதிக்கப் பாக்கியஜனகவினத்தைச் சேர்ந்த தனிப்பொருள்களின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் மூன்று என்று வெளிப்படும். இவை த்ரி-ஸம்யோக-சக்திவாய்ந்தவை (Trivalent).

IV. (1)	இங்காலம் (கரி)	C	மீதேன்	CH_4
(2)	சிலகம்	Si	சிலகோ-மீதேன்	SiH_4

கரி, சிலகம் இவைகளின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் நான்கு என்று வெளிப்படுகிறது. இவை சதுர்-ஸம்யோக-சக்தி வாய்ந்தவை (Tetravalent).

உலோகங்கள் அநேகமாய் அப்ஜனகத்துடன், ஸம்யோகிக்காவென்று முன்பே அறிந்திருக்கிறோம். ஆகையால் உலோகங்களின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியத்தை அறிய அப்ஜனகத்துக்குச் சமானமாயுள்ள மற்றத் தனிப் பொருள்களுடன் அவை எவ்விகிதத்தில் ஸம்யோகிக்கு மென்று பார்க்கவேண்டும். ஒரு அப்ஜனக பரமாணுவுக்கு ஒரு ஹரிதக பரமாணு சமம் என்று கண்டோம். நாகம், ஹரிதகத்துடன் சேர்ந்து நாக-ஹரிதகையைக் கொடுக்கிறது. அதன் சங்கேதம் $ZnCl_2$. ஒரு நாக பரமாணு, ஏக-ஸம்யோக-சக்தியுள்ள ஹரிதகத்தின் இரண்டு பரமாணுக்களுடன் ஸம்யோகிப்பதால், நாகத்தின் ஸம்யோக சாமர்த்தியம் 2. அதேவிதமாகப் பார்க்குமிடத்துச் சாதாரண உப்பின் சங்கேதம் NaCl. எனவே ஸோடியம் ஏக-ஸம்யோக-சக்தி வாய்ந்தது. ஹரிதகத்துக்குப் பதிலாகப் பிராணவாயுவை எடுத்துக்கொள்ளலாம். அதன் ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் 2. நாக-பிராணையின் சங்கேதம் ZnO. இதிலிருந்தும் பிராணவாயுவின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் 2 என்று வெளியாகிறது. CaO, BaO, SrO, MgO என்ற பிராணைகளின் சங்கேதங்களைக் கவனிக்கக் கால்ஸியம், பேரியம், ஸ்ட்ரான்ஷியம், மாக்னீஸியம் இவையெல்லாம் துவி-ஸம்யோக-சக்தி வாய்ந்தவை என்று தெரிகிறது. இன்னும், அமோனியாவின் அமைப்பிலிருந்து பாக்கியஜனகத்தின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் மூன்று என்று தெரிந்துகொண்டோம். அலுமீனியமும், பாக்கியஜனகமும் ஸம்யோகித்து அலுமீனிய-பாக்கியஜனகையைத் (Aluminium Nitride) தருகின்றன. அதன் சங்கேதம் AlN. இவ்விரண்டு தனிப்பொருள்களும் பரமாணுவுக்குப் பரமாணு சேருவதால், அலுமீனியத்தின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியமும் பாக்கியஜனகத்தினுடையதுபோல் இருக்கவேண்டும். ஆகையால், அதன் ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் மூன்று. இவற்றையெல்லாஞ் சேர்த்துக் கவனித்து ஸம்யோக-சாமர்த்தியத்திற்கு இலக்கணங் கூறுவோம்.

"வேண்டிய தனிப்பொருளின் ஒரு பரமாணுவுடன் ஸம்யோகிக்கும் அப்ஜனக-பரமாணுக்களின் எண்ணே, அல்லது அப்ஜனகத்துக்குச் சமானமான வேறு தனிப் பொருளின்-பரமாணுக்களின் எண்ணே அத்தனிப்பொரு ளின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியத்தைக் குறிப்பதாம்."[1]

பரமாணு அமைப்பின் தற்கால அபிப்பிராயத்தை முன்னேயே கூறியுள்ளோம். "ஸம்யோகத்தில் ஒரு தனிப்பொருளின் பரமாணு வெளிவிடக்கூடிய அல்லது ஏற்றுக்கொள்ளக்கூடிய மின் பரமாணுக்களின் எண்ணே அத்தனிப்பொருளின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியத்தை குறிப் பிடுவதாம்."[2] இவ்விஷயத்தைப்பற்றி விவரித்துப் பின் னும் கூறுவோம். (இம்மின்பரமாணுப் பெயர்ச்சி எல்லா சமயங்களிலும் ஏற்படுமென்று கருதக்கூடாது. சில சம யங்களில் ஸம்யோகம் நேரிடும்பொழுது மின்பரமாணுக் கள் தனிப்பொருள்களின் பரமாணுக்களுக்குப் பொதுவாய் அமரலாம். இதைப்பற்றிக் கடைசி அத்தியாயத்திற் விரி வாகக் கூறநேரிடும்.)

ஸம்யோக-சாமர்த்தியம், பரமாணுபாரத்தைச் சமான எடையால் வகுத்துவந்த ஈவேயாகையால், ஸம்யோக-சாமர்த்தியத்தை எப்பொழுதும் ஒரு மாறுவிராசி என்று

[1] இங்கே கூறப்பட்டுள்ள வேறு தனிப்பொருளின் ஒவ் வோர் பரமாணுவும் அப்ஜனக-பரமாணுவுக்கு ரஸாயன முறை யிற் சமானமாக இருக்கவேண்டும்.

The valency of an element is a number which expresses how many atoms of hydrogen or of other atoms equivalent to hydrogen can unite with one atom of the element in question.

[2] According to modern ideas about atomic structure, the valency of an element is the number of electrons that an atom of the element loses or takes up in entering into combination with atoms of other elements.

கொள்ளக்கூடாது. ஏனென்றால், பரமாணுபாரம் மாறு விராசியாயிருந்தும் சமான எடை மாறுராசியாக இருக்கிறது. ஆனதால்தான், அநேகத் தனிப்பொருள்களுக்கு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சமான எடைகள் உண்டு என்று முன்பே கண்டோம். உதாரணமாக, வங்கிக-பிராணையில் (SnO_2) வங்கத்தின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் நான்கு. வங்கச-பிராணையில் (SnO) அதன் ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் இரண்டே.

ஒரு தனிப்பொருள் பல ஸம்யோக-சாமர்த்தியமுள்ளதாக இருப்பின், அதன் உயர்வான சக்தியையே அதன் சாமர்த்தியம் என்று கருதுகிறோம். ஏனென்றால், குறைந்த சாமர்த்தியமுள்ள நிலையிலிருக்கும் பொருள், உயர்ந்த சாமர்த்திய நிலையிலுள்ள பொருளாக மாறத் தயாராயிருக்கிறது. (உ-ம்) அயச-உப்புக்கள் எளிதில் அயிக-உப்புக்களாக மாறுகின்றன. ஆனதுபற்றியே, எப்பொருள்களில், தனிப்பொருளின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் குறைந்த நிலையிலிருக்கிறதோ அப்பொருளெல்லாம், க்ஷய காரிகளாக (Reducing agents) நடந்துகொள்ளுகின்றன.

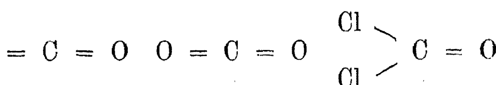
வழக்கத்தில், நாம் இந்த ஸம்யோக-சாமர்த்தியத்தை ஒரு சிறிய கோடிட்டுக் காண்பிக்கிறோம். இதை ஆங்கிலத்தில் பாண்ட் (Bond) என்று சொல்லுகிறார்கள். இதை நாம் பந்தனக்கோடு அல்லது பிணைக்கோடு என்று சொல்லுவோம். தனிப்பொருளின் பரமாணுவைக் காட்டும் சின்னத்திலிருந்து கோடுகளை அமைத்து, அதன் ஸம்யோக சாமர்த்தியத்தைக் குறிக்கலாம். உதாரணம் :— இங்கால-ஏக-பிராணையையும், இங்கால-துவி-பிராணையையும், பந்தனக்கோடிட்டு எவ்விதம் சங்கேதஞ்செய்வது?

இங்கால-துவி-பிராணை $O=C=O$.

இங்காலத்தின் ஸம்யோக சாமர்த்தியம் 4.

இங்கால-ஏக-பிராணை $C=O$. இதில் ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் இரண்டென்று தோன்றுகிறது. ஆகையால்,

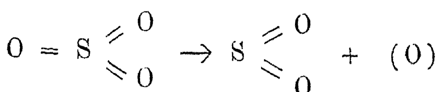
இதில் இங்காலம் (கரி) தன் சாமர்த்தியத்தைப் பூராவுங் காட்டவில்லை. ஆகையால்தான், இங்கால-ஏக-பிராணை ஒரு க்ஷயகாரி எனப்படுகிறது. இங்காலத்தின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் நான்காக இருப்பதால் இங்கால-ஏக-பிராணை, துவி-பிராணையாக மாறுவதற்கே முயலும். ஆகையால், இங்கால-ஏக-பிராணையை அஸம்பூரித அல்லது அஸம்பூரண ஐக்கியப்பொருள் (Unsaturated Compound) என்று சொல்லுகிறோம். மீதியிருக்கும் இரண்டு பந்தனக் கோடுகள் ஒரு பிராணவாயுவின் பரமாணுவுடனாவது, இரண்டு ஏக-ஸம்யோக-சக்திவாய்ந்த தனிப்பொருளின் பரமாணுக்களுடனாவது இணைக்கப்படலாம்.



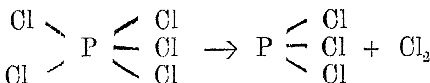
இங்கால-ஏக-பிராணை ஹரிதகத்துடன் சேர்ந்து இங்காலைல்-ஹரிதகையைக் (Carbonyl Chloride) கொடுக்கிறது (இது ஒரு விஷக்காற்று). இங்கே ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் நான்காகிவிட்டது. சேர்க்கைப்பொருளும் பூரித நிலைக்கு வந்துவிட்டது.

ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் நேர்ந்தபடியெல்லாம், கட்டுக்குட்படாத நிலையில் மாறுது; ஐக்கியப்பொருள் தயாரிக்கப்படும் உஷ்ண நிலையைப் பொருத்திருக்கிறது.

(1) சில சமயங்களில் அது குறையலாம். உதாரணமாகக், கந்தக-த்ரி-பிராணையைச் சூடுசெய்ய, அது கந்தக-துவி-பிராணையாக மாறுகிறது. அங்கே, கந்தகத்தின் ஸம்யோக சாமர்த்தியம் ஆறிலிருந்து நான்குக்குக் குறைவுபடுகிறது.



அதே விதமாகப் பாஸ்வர-பஞ்ச-ஹரிதகை, பாஸ்வர-த்ரி-ஹரிதகையாய் மாறும்.



இங்கே ஐந்திலிருந்து மூன்றுக்கு ஸம்யோக-சாமர்த்தியங் குறைந்துவிட்டது.

(2) சில சமயங்களில் உஷ்ணமதிகரிக்க, ஸம்யோக-சாமர்த்தியமும் கூடும். அயச-ஹரிதகையில் ($FeCl_2$) இரும்பின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் இரண்டு; அயிக-ஹரிதகையில் ($FeCl_3$) மூன்று. துவி-ஸம்யோக-சக்தியுடைய இரும்புள்ள பொருள்களைக் காற்றுப்படச் சூடுசெய்தால், அவை த்ரி-ஸம்யோக-சக்தியுடைய இரும்புள்ள பொருள்களாய் மாறும். சூடு, சாமர்த்தியத்தை அதிகமாக்கி விட்டது. இதைப் பிராணீகரணம் (Oxidation) என்றுஞ் சொல்லுகிறோம். பிராணீகரணம் அல்லது விருத்திசெய்தல் என்பதைப் பிராணவாயு அதிகரிப்பது அல்லது அப்ஜனகம் குறைவுபடுவது என்று மாத்திரம் நினைக்கவேண்டாம். அம்முறையில் ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் அதிகரிக்கும். எதிராய்ச் சொல்லுமிடத்து, க்ஷயீகரணத்தில் (Reduction) ஸம்யோக சாமர்த்தியம் குறையும். கவனித்துப் பார்த்தால், பிராணீகரணத்தில், சேர்க்கைப் பொருளிலுள்ள ஒரு தனிப்பொருளின் பரமாணுவிலிருந்து மின்பரமாணுக்கள் விலக்கப்படும். க்ஷயீகரணத்தில் மின்பரமாணுக்கள் பரமாணுவுடன் சேர்க்கப்படும்.

ஒரு தனிப்பொருளின் சமான எடை, அது ஸம்யோகிக்கும் பொருளை யொத்து மாறும் என்று கவனித்திருக்கிறோம்.

ஆகையால், ஸம்யோக-சாமர்த்தியமும் அவ்விதம் மாறுகிறது. கந்தகத்தை எடுத்துக்கொள்ளுவோம்

அப்ஜனக-கந்தகையில் (H_2S) அதன் ஸம்யோக-ஸாமர்த்தியம் 2; கந்தக-துவி-பிராணையில் (SO_2) 4; கந்தக-த்ரி-பிராணையில் (SO_3) 6. இன்னும் S_2Cl_2, SCl_4, SCl_6 என்ற சங்கேதங்களையுடைய ஹரிதகைகளைக் கந்தகம் தரும். ஆகையால், கந்தகம் 2, 4, 6 அளவில் மூன்று விதமான ஸம்யோக-சாமர்த்தியத்தையுடையதாக இருக்கிறது. ஆகையால், நாம் ஒரு பொருளின் அப்ஜனகத்துக்குரிய ஸம்யோக-சாமர்த்தியம், பிராணவாயுவுக்குரிய ஸம்யோக-சாமர்த்தியம், ஹரிதகத்துக்குரிய ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் என்றவாறு அவற்றை வழங்கிவருகிறோம்.

இவ்விஷயங்களின் சாராம்சங்களைக் கவனிக்க, ஒரே ஸம்யோக-சாமர்த்தியமுள்ள தனிப்பொருள்கள் (அவ்வவற்றின்) பரமாணுவுக்குப் பரமாணு ஸம்யோகிக்குமென்றும், ஒன்றையொன்று விலக்கி அதன் ஸ்தானத்தை எடுத்துக்கொள்ளுமென்றும் வெளியாகின்றன. ஏக-ஸம்யோக-சக்திவாய்ந்த தனிப்பொருள்கள் பரமாணுவுக்குப் பரமாணு விகாரிக்கும். துவி-ஸம்யோக-சக்தி வாய்ந்த தனிப்பொருளின் ஒரு பரமாணு, மற்ற அதே சக்தி வாய்ந்த பொருளின் ஒரு பரமாணுவினுடனாவது, அல்லது இரண்டு ஏக-ஸம்யோக-சக்தியுடைய பரமாணுக்களுடனாவது சேரும்; அல்லது, அவைகளை விலக்கும். ஒரு த்ரி-ஸம்யோக-சக்திவாய்ந்த பரமாணு, அதே சக்தியுடைய ஒரு பரமாணுவினுடனாவது, அல்லது மூன்று-ஏக-ஸம்யோக-சக்தி வாய்ந்த பரமாணுக்களுடனாவது, அல்லது ஒரு துவி-ஸம்யோக-சக்தி வாய்ந்த பரமாணுவுடனும் ஒரு ஏக-ஸம்யோக-சக்தி வாய்ந்த பரமாணுவுடனுமாவது சேரும்; அல்லது, அவைகளை அவ்வளவிலேயே விலக்கும்.

சூந்ய-ஸம்யோக-சக்தி வாய்ந்த (Zero-Valent) பொருள்கள். He, Ne, A, Kr, Xe—இவை எத் தனிப் பொருளுடனுஞ் சேர்ந்து ஐக்கியப் பொருள்களைத் தாராதவை.

ஏக-ஸம்யோக-சக்தி வாய்ந்த தனிப்பொருள்கள்—F, Cl, Br, I, Na, K, Cu (தாம்ரச நிலையில்), Ag முதலியன.

துவி-ஸம்யோக-சக்தியுடையவை—O, S, Se, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Pb, Cu (தாம்ரிக), Hg (இரசிக), Sn (வங்கச), Fe (அயச) முதலியன.

த்ரி-ஸம்யோக-சக்தியுடையவை—B, N, P, As, Sb, Bi, Al, Cr (கிரோமிக), Fe (அயிக) முதலியன.

சதுர்-ஸம்யோக-சக்தியுடையவை—C, Si, Sn (வங்கிக) முதலியன.

பஞ்ச-ஸம்யோக-சக்தியுடையவை- N, P, As, Sb, Bi.

ஷட்-ஸம்யோக-சக்தியுடையவை—S, Se முதலியன.

ஸப்த - ஸம்யோக - சக்தியுடையவை — Cl(Cl_2O_7 ல்) Mn (Mn_2O_7 ல்) முதலியன.

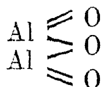
அஷ்ட-ஸம்யோக-சக்தியுடையவை—Os ($Os\ O_4$).

(ஒரு தனிப்பொருளின் ஸம்யோக சாமர்த்தியத்தின் உயர்வெல்லை 8.)

ஒரே தனிப்பொருள் பல அணிகளில் தோன்றுவதைக் கவனி.

த்ரி-ஸம்யோக-சக்தியுடைய பரமாணு ஒன்று துவி-ஸம்யோக-சக்தி பொருந்திய பொருளுடன் எந்த அளவிற் சேரும்? ஓர் உதாரணத்தை எடுத்துத் தெளிவுபடுத்துவோம். அலுமீனிய-பிராணையின் அமைப்பு என்ன? அலுமீனியத்தின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் 3; பிராணவாயுவின் சாமர்த்தியம் 2. ஒரு அலுமீனிய-பரமாணுவை எடுத்துக்கொண்டால் அதன் ஸம்யோக-சாமர்த்தியத்துக்கு ஒத்தவாறு $1\frac{1}{2}$ பிராணவாயு-பரமாணுக்களை எடுத்துக்கொள்ளவேண்டும். பரமாணுக்கள் முழு எண்ணளவிலேதான் ரஸாயன விகாரங்களிற் கலந்து வேலை செய்யும். ஆகையால் மேற்கண்ட இரண்டு தனிப்பொருள்களின் பரமாணு அளவை இரண்டாற் பெருக்கி, அங்கு வரும்

2 அலுமினிய-பரமாணுக்கள் 3 பிராணவாயு-பரமாணுக்களுடன் ஸம்யோகிக்கின்றன என்று வைத்துக்கொண்டு, இதை Al_2O_3 என்ற சங்கேதத்தாலும் இதன் அமைப்பை



என்றும் குறிப்பிடுவோம். ஒரு சேர்க்கைப்பொருளை இரண்டு பாகமாகப் பிரித்து—(உலோக பாகம், உலோகமல்லாத பாகம்)—ஒவ்வொரு பாகத்திலுமிருக்கும் அணுக்களின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியத்தைக் கணக்கிட, இரண்டிலும் அது ஒரே அளவிலிருக்கக் காண்போம்.

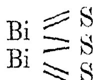
பிஸ்மத-ஹரிதகையின் சங்கேதம் $BiCl_3$. அப்ஜனக-கந்தகையின் சங்கேதம் H_2S. பிஸ்மதமும், கந்தகமும் எவ்வளவிற் சேர்ந்து பிஸ்மத-கந்தகையைத் தரும்?

பிஸ்மதத்தின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் = 3. Bi < Cl, Cl, Cl

கந்தகத்தின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் = 2. S < H, H

ஒரு பிஸ்மத-பரமாணு = $1\frac{1}{2}$ கந்தக-பரமாணு.

பரமாணுவைப் பின்னமாக்கக்கூடாது. ஆகையால், இரண்டு பிஸ்மத-பரமாணுக்கள் 3 கந்தக-பரமாணுக்களுடன் சேர்ந்து பிஸ்மத-கந்தகையைக் கொடுக்கும். இதன் சங்கேதம் Bi_2S_3.



தனிப்பொருள்களின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியத்தைத் தெரிந்துகொண்டு, சுலபமாக அவைகள் சேர்ந்து தரும் சேர்க்கைப்பொருள்களின் அணு சங்கேதத்தைக் கண்டு கொள்ளலாம்.

மூலங்கள் (Radicals)

தண்ணீரில் ஸோடியத் துண்டைப் போட, அப்ஜனகம் வெளிவந்து, ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணே தண்ணீரிற் கரைந்து நிற்கிறதென்று அப்ஜனகத்தைப்பற்றிப் படிக்கும் பொழுது கண்டோம். ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணேயை $NaOH$ என்று சங்கேதிக்கிறேம். இதுமாதிரி, பல அப்ஜ-பிராணேகளுண்டு. அவைகளிற் சிலவற்றைச் சங்கேதித்துக் காண்பிப்போம். KOH, $Ca(OH)_2$, $Al(OH)_3$. இவைகளில் அப்ஜ-பிராணேப் பாகத்தை OH என்ற சங்கேதத்தாற் குறித்தோம். இப்பாகத்தை 'அப்ஜ-பிராணேத் தொகுதி' (Hydroxyl group) என்று சொல்லுவோம். பாக்கியகாமிலத்தை HNO_3 என்றும், பேரிய-பாக்கிய மிகஜத்தை $Ba(NO_3)_2$ என்றும், அலுமீனிய-பாக்கிய மிகஜத்தை $Al(NO_3)_3$ என்றும் சங்கேதிக்கிறேம். இவைகளிலெல்லாம் பொதுவாகத் தோன்றும் பாகம் NO_3. இதற்குப் பாக்கியமிகஜ மூலம் (Nitrate Radical) என்று பெயர். அதேவிதமாகக், கந்தகத் திராவகம், அதிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் உப்புக்கள், இவைகளிலெல்லாம் SO_4 ஆகிய கந்தகிகஜ மூலத்தைக் (Sulphate Radical) காணலாம். அம்மூலங்களின் அமைப்பைக் கவனி. ஒவ்வொரு மூலமும், பல தனிப்பொருள்கள் கூடிய தொகுதியாயிருக்கிறது. இம்மூலம் அவ்வமைப்பைப் பெற்றிருந்தும், ரஸாயன விகாரங்களிலெல்லாம், மாறுபடாமல், தனிப்பொருள் போலப் பிரதிகரிக்கிறது. "ரஸாயன விகாரத்தில், அமைப்பில் யாதொரு மாறுபாடுமேற்படாமல், ஸம்யோகத்திலோ, வியோகத்திலோ பிரதிகரிக்கும் பரமாணு-சமூகந்தான் மூலம்" என்றறி. இவைகளும் தனிப்பொருளேப் போல், ஸம்யோக வியோகங்களிற் கலந்துகொள்ளுகின்றன. இவைகளுக்கும் ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் உண்டு. ஏக-ஸம்யோக-சக்தியமைந்த மூலம் ஒன்று, ஏக-ஸம்யோக-சக்தியமைந்த தனிப்பொருளின் ஒரு பரமாணுவுடனுவது, ஏக-ஸம்யோக-சக்தியமைந்த மற்ற மூலம் ஒன்

னுடனாவது, ஸம்யோகிக்கும். உலோகத்தின் குணங்களுடையதாக அமோனிய மூலம் (NH_4) காணப்படுகிறது.

உதாரணம்:—

ஏக-ஸம்யோக-சக்தி வாய்ந்த மூலங்கள்—(NH_4) அமோனியம்; (NO_2) பாக்கியசஜம்; (NO_3) பாக்கியமிகஜம்; (OH) அப்ஜ-பிராணை; (CN) காலகை; (ClO_3) ஹரிதகிகஜம்; (ClO_4) பர-ஹரிதகிகஜம் முதலியவை.

துவி-ஸம்யோக-சக்தி வாய்ந்தவை—(SO_4) கந்தகிகஜம்; (CO_3) இங்காலிகஜம்: (SO_3) கந்தகசஜம்.

த்ரி-ஸம்யோக-சக்தி வாய்ந்தவை—(PO_4) பாஸ்வரிகஜம், (AsO_4) பாஷாணிகஜம் முதலியவை.

தனிப்பொருள்கள், மூலங்கள் (பரமாணுத் தொகுதிகள்), இவைகளின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியங்களைத் தெரிந்து கொண்டால் இவை ஸம்யோகித்த சேர்க்கைப் பொருள்களின் அணு-அமைப்புக்களை வெகு எளிதில் உரிய சங்கேதங்களாற் குறிப்பிடலாம். அநேக மாணாக்கர்கள் இச்சங்கேத அமைப்புக்களைப் பார்த்துப் பயந்துவிடுகிறார்கள். அதுபற்றியே 'ரஸாயன சாஸ்திரம் மிகக் கடினமானது; ரஸாயன சாஸ்திரத்திற்குரிய பொருள்களின் அமைப்புக்களையும், சங்கேதங்களையும், நினைவில் வைத்துக் கொள்ள யாரால் முடியும்?' என்று அவர்கள் முறையிட்டுக்கொண்டிருக்கிறார்கள். இது அவசியமில்லாத பயம், தப்பான எண்ணம். ஸம்யோக-சாமர்த்தியத்தை நன்கு அறிந்துவிட்டால் இரகசியம் வெளிப்பட்டுவிடும். ரஸாயனப் பொருள்களின் சங்கேதங்களைக் காண்பிப்போம்:—(1) அமோனிய-பாஸ்வரிகஜத்தின் அமைப்பு என்ன? அமோனிய மூலத்தின் சங்கேதம் (NH_4). அது ஏக-ஸம்யோக-சக்தியுடையது. பாஸ்வரிகஜத்தின் சங்கேதம் (PO_4). அது த்ரி-ஸம்யோக-சக்தியுடையது. ஆகையால் மூன்று அமோனிய மூலங்கள் ஒரு பாஸ்வரிகஜ-

லத்துடன் சேர்க்கப்படவேண்டும்; எனவே அதன் சங் கதம் $=(NH_4)_3PO_4$. (2) அலுமீனிய-கந்தகிகஜத்தின் மைப்பு யாது? அலுமீனியத்தின் ஸம்யோக-சாமர்த்தி ம் மூன்று. கந்தகிகஜத்தின் (SO_4) சக்தி இரண்டு. அலு னிய-பிராணியின் அமைப்பைப்பற்றி விவகாரம் செய்த ண்ணமே, விவகரிக்க, அலுமீனிய-கந்தகிகஜத்தின் மைப்பு $Al_2(SO_4)_3$ என்று ஏற்படும். (3) மாக்னீஸிய- ஷாணிகஜத்தின் சங்கேதத்தை எழுது. மாக்னீஸியத் ன் (Mg) ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் $=2$. பாஷாணிகஜத் ன் (AsO_4) ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் $=3$. $\therefore$ மாக்னீ ய-பாஷாணிகஜத்தின் அமைப்பு $=Mg_3(AsO_4)_2$.

கடைசியாய்க் குறிப்பிட்ட சங்கேதம் சரியா என்று னிதிற் சோதிப்போம். மாக்னீஸிய-பாஷாணிகஜம் இரு கங்களை—(உலோகமூலம் Mg, அமிலமூலம் AsO_4)— காண்டுளது. உலோக-பாகத்தில் 3 மாக்னீஸிய-பரமா லுக்கள் உள. அவைகளின் ஸம்யோக-சக்தி $=3\times2=6$. மில மூலத்தில் 2 தொகுதிகள் உள. அம்மூலங்களின் க்தி $=2\times3=6$. இரண்டு பாகங்களும் ஒரே சக்தியமைந் வைகளாக இருப்பதால், சங்கேதம் சரியாக எழுதப்பட் ருக்கிறது என்று நிச்சயித்துக்கொள்ளலாம். இவ்விதம் ாணுக்கர்கள் பல ரஸாயனப் பொருள்களின் சங்கேதங் ளை ஆக்க முயலவேண்டும். எளிதில் ஆக்கவும் ஆக்கலாம். றிதளவு ஊக்கமும் ஆசையுமே இது விஷயமாக ஒருவ டத்தில் இருப்பின் சங்கேதப்-பூச்சாண்டி இருந்த இடந் தரியாமல் அவரைவிட்டு அகன்று ஓடிவிடும். பின்பு ஸாயனத்திலே ஒருவிதச் சுவை ஏற்பட்டு வளர்ந்து காண்டேபோகும். கசப்பென்று தோன்றிப் பழமும் னித்து இன்பந்தரும்.

அத்தியாயம் 17



சின்னங்களும், சங்கேதங்களும், சமீகரணங்களும், அவற்றின் கருத்தும்

(Symbols, Formulae, Equations and their Significance)

சின்னம் (Symbol), தனிப்பொருளையும், அதன் ஒரு பரமாணுவையும் காட்டுவதற்குச் சுருக்கமான சாதகமென்று முன்னமேயே விரித்துக் கூறினோம் (அத்தியாயம் 3). அச்சின்னம் ஒரு பரமாணுவைக் குறிப்பதால், அதன் பாரத்தையுங் காட்டுகிறது. ஆகையால், O என்ற சின்னம், பிராணவாயுவின் ஒரு பரமாணுவையும் அதன் பரமாணுபாரமாகிய 16 என்பதையுங் காட்டிநிற்கிறது. HNO_3 என்ற சங்கேதம் எதைதை வெளியிடுகிறது? (1) அது பாக்கியகாமிலம். (2) அந்த அமிலத்தில் அப்ஜனகம், பிராணவாயு, பாக்கியஜனகம் என்பவை சேர்ந்திருக்கின்றன. (3) ஓர் அணு அமிலத்தில் ஓர் அப்ஜனக-பரமாணுவும், ஒரு பாக்கியஜனக-பரமாணுவும், மூன்று பிராணவாயு-பரமாணுக்களும் ஸம்யோகித்திருக்கின்றன. (4) அணுபாரம் $=1{\cdot}008+14+3\times16=63$. (5) அதன் எடை சங்கலனம் $H:N:O::1{\cdot}008:14:48$. ஆகையால், சங்கேதமானது ஒரு விசேஷப் பொருளைக் குறிப்பதுமல்லாமல், அதன் குணவாசகத்தையும் பரிமாணவாசகத்தையும் குறிக்கிறது. HNO_3 என்பது ஓரணு பாக்கியகாமிலத்தையே குறிப்பதால், பொதுவாகப் பாக்கியகாமிலம் என்று சொல்லவேண்டிய இடங்களில் HNO_3 என்று உபயோகிக்கக்கூடாது. உதாரணமாக "தாமிரத் துண்டின் மேல் HNO_3-ஐ வார்" என்று சொல்லுவது சரியல்ல. சில குறிப்புகளை அவசரமாக எடுத்துக்கொள்ளும் பொழுது வேண்டுமானால் சங்கேதங்களை உபயோகிக்கலாம்.

ஒரு ரஸாயனப் பொருளின் அமைப்பையும், அதன் சங்கேதத்தையும் எவ்விதம் காணலாம்? பொதுவாக ஒரு பொருளை எடுத்துக்கொள்ளுவோம். அதில் என்னென்ன தனிப்பொருள்கள் இருக்கின்றன என்பதை அறியவேண் டும். அவை க, ச, ப என்று வைத்துக்கொள்ளுவோம். பிறகு, அவைகளின் பரமாணுக்கள் எவ்விகிதத்தில் ஸம் யோகித்திருக்கின்றன என்பது தெரியவேண்டும். அவ் விகிதம் அ : இ : உ என்று வைத்துக்கொள்ளுவோம். க, ச, ப என்ற தனிப்பொருள்களின் பரமாணுபாரங்கள் முறையே ர, ல, வ என்றிருக்கட்டும். பொருளின் சுலப (Empirical) சங்கேதம் = $க_{அ}$ $ச_{இ}$ $ப_{உ}$. இச்சங்கேத-பாரம் = அ × ர + இ × ல + உ × வ. அதாவது, 'க' என் பதில் அ × ர என்ற எடையும், 'ச' என்பதில் இ × ல என்ற எடையும், 'ப' வில் உ × வ என்ற எடையும் ஒன்றுசேர்ந்தே சங்கேத-பாரத்தைக் கொடுக்கின்றன. அர, இல, உவ என்ற எடைகள் எடுத்த பொருளின் நூற்றுப் பகுதி விகிதத்திலேயே இருக்கும். நூற்றுப் பகுதி விகிதத்தைச் சோதனை செய்து கணக்கிட, க = ந % ச = ஞ % ப = ம % என்று வைத்துக்கொள்ளுவோம். ஆகையால், அர : இல : உவ : : ந : ஞ : ம.

$$அ : இ : உ : : \frac{ந}{ர} : \frac{ஞ}{ல} : \frac{ம}{வ}. \quad \frac{ந}{ர}, \frac{ஞ}{ல}, \frac{ம}{வ}$$

என்பவை க, ச, ப என்ற தனிப்பொருள்களின் பரமாணுக் கள் எவ்விகிதத்தில் அமைந்திருக்கின்றன என்பதைக் காட்டுகின்றன.

முறை:—ஆகையால் கொடுத்த பொருளிலிருக்கும் தனிப்பொருள்களை, ஜாதிவிச்லேஷண முறையால் தெரிந்து கொள். பிறகு, பிரமாண விச்லேஷண முறையாற் பொரு ளின் நூற்றுப்பகுதி சங்கலனத்தைக் கணக்கிடு. நூற்றுப் பகுதிகள் ஒவ்வொன்றையும் முறையே உரிய தனிப்பொரு ளின் பரமாணுபாரத்தால் வகு. பொருளிலிருக்கும் தனிப் பொருள்களின் பரமாணுக்கள் எவ்விகிதத்திலிருக்கின்றன

என்பதை அவைகள் காண்பிக்கும். பரமாணுக்கள் பின்னமான நிலையில் ஸம்யோகிக்காவாகையால், அவைகளை முழு எண்களாக ஆக்கவேண்டும். அவைகளிற் சிறிய எண்ணைக் கொண்டு, மற்ற அவைகளை வகுத்து, அச்சிறிய வகுக்குமெண்ணை ஒன்று என்று கொண்டு மற்ற அவைகளைக் கிட்டிய முழு எண்களாக்கவும். தனிப்பொருள்களின் பரமாணுக்கள், இவ்விகிதத்திலேதான் அமைந்திருக்கின்றன. பொருளிலுள்ள தனிப்பொருள்களை அவைகளுக்குரிய சின்னங்களால் தொடர்நிலையில் அமைத்து, ஒவ்வொரு சின்னத்தின் வலதுமூலைக்கும் அடியில், கண்டுபிடித்த உரிய எண்களை எழுது. அது பொருளின் கலப்பு சங்கேதத்தைக் (Empirical formula) காட்டும்.

ஓருதாரணத்தை எடுத்துக் கணக்கிட்டுச் செய்யும் முறையை அறியலாம். அப்ஜனக-ஹரிதகத்தை எடுத்துக் கொள்வோம். ஜாதி விச்லேஷணச் சோதனைகள், இதில் அப்ஜனகமும் ஹரிதகமும் இருக்கின்றன என்பதைக் காட்டுகின்றன. பிரமாண விச்லேஷண முறையால், இதில் அப்ஜனகம் 2·8 அளவிலும் ஹரிதகம் 97·2 அளவிலுமிருக்கின்றன என்று அறிகிறோம்.

ஜாதி விச்லேஷணம்	H	Cl
நூற்றுப்பகுதி சங்கலனம்	2·8	97·2
பகுதியைப் பரமாணு பாரத்தால் வகுக்க	$\frac{2·8}{1·008} = 2·79$	$\frac{97·2}{35·46} = 2·74$

2·74 சிறிய எண். இதனால் 2·79-ஐ வகுக்க 1·01 வரும். பரமாணு பின்னங்களாகச் சங்கேதத்திலிருக்க முடியாது. ஆகையால், அதன் கலப்பு சங்கேதம் = H_1Cl_1. ஒன்று என்ற எண்ணை சங்கேதத்திற் காட்டுவது வழக்கமில்லையாகையால், அதை HCl என்றே எழுதவேண்டும். சங்கேதத்திலுள்ள சின்னங்களுக்கு அடியில் யாதொரு எண்ணும் காணப்படாவிட்டால், அச்சின்னங்கள் ஒவ்வொன்றும் ஒரு பரமாணுவையே குறிக்கும்.

பொட்டாஸிய ஹரிதகிகஜத்தை முன்போற் சோதிப்போம்.

ஜாதிவிச்லேஷண முறை தெரிவிப்பது	பொருளிலுள்ள தனிப்பொருள்கள்		
	பொட்டாஸியம் K	ஹரிதகம் Cl	பிராணவாயு O
நூற்றுப்பகுதி சங்கலனம்	31·9	28·9	39·2
பகுதியை உரிய பரமாணுவால் வகுத்துவந்த ஈவு	31·9÷39·1 =0·82	28·9÷35·46 =0·82	39·2÷16 =2·45
சிறிய ஈவெண்ணாகிய 0·82-ஆல் ஈவுகளை வகுக்க	1	1	3

ஆகையால் பொருளின் சுலப சங்கேதம் $KClO_3$

இச்சங்கேதங்களெல்லாம் பொருளின் சுலப நிலைமையைக் காட்டுகின்றன. அப்ஜனக-ஹரிதகையின் அணுவை HCl, H_2Cl_2, H_3Cl_3 ...... H_nCl_n என்று எவ்விதத்திற் குறித்தாலும் மேற்கண்ட அளவுகளுக்கு ஒத்தே இருக்குமாகையால், அதன் அணுவை எங்ஙனங் குறிப்பது என்று நிச்சயிக்க, அதன் அணுபாரமும், சுலப-சங்கேதபாரமும் (Empirical formula weight) தெரியவேண்டும். சுலப சங்கேதபாரத்தை அறிய, அதிலுள்ள பரமாணுக்களின் பாரங்களை ஒன்று சேர்த்துக் கூட்டவேண்டும். அப்ஜனக-ஹரிதகையின் சுலப சங்கேத பாரம் $= 1{\cdot}008 + 35{\cdot}46 = 36{\cdot}47$. அதன் அணு பாரமும் 36·47 ஆக இருப்பதால், அதன் அணு சங்கேதமும் சுலப சங்கேதமும் ஒன்றே. எனவே அதன் அணு சங்கேதம் HCl. மற்றோர் உதாரணத்தை எடுத்துக்கொள்வோம். பார்மல்டிஹைட் (Formaldehyde), சாராயிகாமிலம் (Acetic acid) என்ற

இரு பொருள்களின் சுலப-சங்கேதங்களும் CH_2O. அச் சுலப-சங்கேதபாரம் $= 12 + 2 \times 1{\cdot}008 + 16 = 30{\cdot}016$. பார்மல்டீஹைடின் அணுபாரம் 30 என்றும், சாராயிகாமிலத்தின் அணுபாரம் 60 என்றும் சோதனைகள் தெரிவிக்கின்றன. அணுபாரமும் சுலபசங்கேதபாரமும் ஒன்றாயிருந்தால், சுலப சங்கேதமே பொருளின் உண்மையான அணு சங்கேதம். ஆகையால் பார்மல்டீஹைடின் அணு சங்கேதம் CH_2O. வித்தியாசமிருக்குமேயாயின், அணு சங்கேதத்திலுள்ள எண்கள் சுலப சங்கேதத்திலுள்ள எண்களின் குணிதமாயிருக்கும். உண்மையான சங்கேதத்தை அறியப் பொருளின் அணுபாரத்தை அளவிட்டு அதைச் சுலப-சங்கேத-பாரத்தைக்கொண்டு வகுக்கச் சிறிய எண்ணளவில் ஈவு வரும். இதைக் கிட்டிய முழு எண்ணாக்கி, அவ்வெண்ணாற் சுலப சங்கேதத்திலுள்ள எண்களைப் பெருக்கவேண்டும். இங்ஙனங் கணக்கிட, சாராயிகாமிலத்தின் அணு சங்கேதம் $C_2H_4O_2$.

இன்னுமோர் உதாரணத்தைக் கவனிப்போம். இரசஹரிதகையின் சுலப சங்கேதம் HgCl. இச்சங்கேதத்திற்குரிய பாரம் $= 200{\cdot}6 + 35{\cdot}46 = 236{\cdot}06$.

பொருளின் ஆவிதிண்மை $= 236$ என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஆகையால் அதன் அணுபாரம் இதைவிட இரட்டிப்பாயிருக்கவேண்டும். ஆகையால், HgCl என்ற சுலப சங்கேதத்திலுள்ள எண்களை 2-ஆல் பெருக்கி Hg_2Cl_2 என்று குறிப்பிடவேண்டும். உண்மை அணு சங்கேதம் Hg_2Cl_2.

ஒரு பொருளின் சுலப சங்கேதத்தைக் கணக்கிடும்பொழுது பரமாணுக்களைக் காட்டும் விகித எண்களைக் கிட்டிய முழு எண்ணாக்கவேண்டுமென்று பார்த்தோமல்லவா? எப்பொழுதும் அங்ஙனஞ் செய்யமுடியாது. சில

உதாரணங்களைக் கவனிப்போம். ஒருவிதப் பாஷாண-கந்தகையைச் சோதித்ததில், அதில் 60·92% பாஷாணமும் 39·08% கந்தகமும் இருப்பதாகத் தெரியவந்தது. அதன் சுலபசங்கேதம் என்ன?

	பாஷாணம்	கந்தகம்
நூற்றுப்பகுதி சங்கலனம்	60·92	39·08
பகுதியைப் பரமாணு பாரத்தால் வகுக்க	$\frac{60·92}{74·96}=0·812$	$\frac{39·08}{32}=1·22$
சிறிய ஈவெண்ணாகிய 0·812-ஆல் ஈவுகளை வகுக்க	1	1·50

இங்கு கந்தக ஈவாகிய 1·5-ஐ என்ன செய்வது? அதன் கிட்டிய முழு எண்ணாக்கிவிடலாமா? செய்யக் கூடாது. கடைசியாக வந்த ஈவுகளை 2-ஆல் பெருக்கிப் பொருளின் சுலப சங்கேதம் As_2S_3 என்று கொள்ளவேண்டும். இன்னும் ஒருவித அய-பிராணையைக் கவனிப்போம்.

	அயம்	பிராணவாயு
நூற்றுப்பகுதி சங்கலனம்	72·4	27·6
பகுதியைப் பரமாணு பாரத்தால் வகுக்க	$\frac{72·4}{55·8}=1·296$	$\frac{27·6}{16}=1·725$
சிறிய ஈவு 1·296-ஆல் வகுக்க	1	1·33

இந்த அய-பிராணையின் சங்கேதத்தை Fe_1O_1 என்று எழுதிவிடலாமா? அப்படி எழுதிவிட்டால் பிழை அதிக அளவிலேற்படும். கடைசியாய் வந்த ஈவுகள் முழு எண்ணளவிலிருக்க அவற்றை 3-ஆல் பெருக்கவேண்டும். அப்பொழுது பிராணையின் சுலப சங்கேதம் $Fe_3O_{3·99}$ $=Fe_3O_4$ ஆகும். 3·99-ஐ 4 ஆக எடுத்துக்கொள்ளலாம். 1·5-ஐ 2 ஆக எடுத்துக்கொள்ளக்கூடாது. 1·01-ஐ 1 ஆக எடுத்துக்கொள்ளலாம். 1·33-ஐ 1 ஆக எடுத்துக் கணக்கிடக்கூடாது. சந்தர்ப்பத்துக்குத்தக்கபடி யோசனை செய்து இவ்விதக் கணக்குகளைப் போடவேண்டும். இல்லாவிடில் அதிகப்பிழை நேரிடும்.

சமீகரணம்

இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்தையும், சாதாரண உப்பைக் கரைத்த விலயனத்தையும் சோதனைக் குழாயில் ஒன்றுசேர்த்தால், உடனே விலயனம் பால்போல் வெளுத்துத் திரிந்து, சற்றுநேரத்திற்கெல்லாம் வெள்ளை நிறமுள்ள கொத்துப்போன்ற பொருள் குழாயின் அடிப் பாகத்தில் விழுந்து படிகின்றது. ஏன்? இங்கு ஒரு ரஸா யன விகாரமேற்படுகிறது. இரஜத-ஹரிதகை உண்டாகி, அது தண்ணீரிற் கரையாததாற் பிரிந்து, கீழே படிகின்றது. ரஸாயன-பாஷையில் இரஜத-பாக்கியமிகஜத்தையும் ஸோடிய-ஹரிதகையையும் (விலயன ஸ்திதியில்) ஒன்று சேர்க்க, ஒரு விகாரமேற்படுகிறதென்றும் அவ்விகாரத்தின் முடிவில் இரஜத-ஹரிதகை அவபதித்துப் படிகிறது என்றும் ஸோடிய பாக்கியமிகஜம் உண்டாகி விலயனத்தில் கரைந்து நிற்கிறது என்றும் சொல்லுவோம்.

ஸோடிய-ஹரிதகை + இரஜத-பாக்கியமிகஜம் = இர ஜத-ஹரிதகை↓ + ஸோடிய-பாக்கியமிகஜம்.

இந்தச் சமீகரணம் ஜாதி விகாரத்தையும், இதிலுள்ள அம்புமுனை இரஜதஹரிதகை அவபதிக்கிறது, அதாவது, கீழே விழுகிறது என்பதையும் காண்பிக்கிறது:

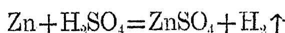
இதை இன்னுஞ் சுருக்கமான வழியிற் சமீகரணஞ் செய்து காண்பிக்கலாம். மொத்தமாக, அவ்விதம் சமீகர ணஞ் செய்வதற்கு:—(1) விகாரத்திற் சம்பந்தப்படும் பொருள்களையும், விகாரத்தில் விளையும் பொருள்களையும் தெரிந்துகொள்ளவேண்டும்.

(2) இப்பொருள்களின் அணு அமைப்புக்களை இவற் றிலுள்ள தனிப்பொருளுக்குரிய சின்னங்களால் அமைக் கப்படுஞ் சங்கேதங்களால் தெரியப்படுத்தவேண்டும்.

எடுத்துக்கொண்ட சோதனைக்குரிய நான்கு பொருள் களின் சங்கேதங்களையும் முன்குறித்த விதிப்படி காண,

அவைகளை NaCl, $AgNO_3$, AgCl, $NaNO_3$ என்று அறியலாம். ஆகையால் இவ்விகாரத்தை $NaCl+AgNO_3=AgCl\downarrow+NaNO_3$ என்ற சமீகரணத்தாற் குறிப்போம். இந்தச் சமீகரணம் ஜாதி விகாரத்தைமட்டிலுங் காட்டவில்லை. பிரமாண விகிதத்தையும் காட்டுகிறது. அதாவது, $23+35{\cdot}5=58{\cdot}5$ கிராம் ஸோடிய ஹரிதகை, $(108+14+48)$ 170 கிராம் இரஜத பாக்கியமிகஜத்துடன் சேர்ந்து விகாரிக்கும்பொழுது $(108+35{\cdot}5)$ $143{\cdot}5$ கிராம் இரஜத-ஹரிதகை அவபதித்து, $(23+14+48)$ 85 கிராம் ஸோடிய-பாக்கியமிகஜம் உண்டாகிறது என்பதைக் காட்டுகிறது. திருக்குறளைக் கேட்டவுடன், அதிலுள்ள ஒவ்வொரு பாட்டின் அர்த்த புஷ்டியையும் பார்த்து வியந்து "கடுகைத்தொளைத்தேழ்கடலைப் புகட்டிக்குறுகத் தறித்த குறள்" என்று இடைக்காடர் சொன்னார். அதே விதமாக ரஸாயன சாஸ்திரி வழங்கிவரும் சங்கேதமும், சமீகரணமும் மிகச் சிறியனவாயிருந்தபோதிலும், அவை தெரிவிக்கும் விஷயங்கள் பெரிதாயிருக்கின்றன. சித்திரமெழுதி விளக்குவதுபோல் ஒரு சிறிய வரியில் அமைந்த சமீகரணம், பார்த்த மாத்திரத்திலேயே, விகாரங்களின் ஜாதிலக்ஷணங்களையும், பொருள்களின் பிரமாணங்களையும் தெளிவுபடச் சுட்டிக்காட்டுகிறது.

இன்னுமொரு சமீகரணத்தை எடுத்துச் சோதிப்போம்.



$$Zn+H_2SO_4=ZnSO_4+H_2\uparrow$$

இச்சமீகரணந் தெரிவிப்பதைக் கவனிப்போம்.

(1) ஏதோ ஒருநிலையில் (இதைப்பற்றிச் சமீகரணத்தில் ஒன்றுங் குறிப்பிடப்படவில்லை) நாகமும் கந்தகிகாமிலமும் கலக்க ஒரு ரஸாயன விகாரம் ஏற்படுகிறது. அவ்விகாரத்தில் அப்ஜனகம் அமிலத்திலிருந்து விலக்கப்படுகிறது. அதன் இடத்தில் நாகம்போய் அமருகிறது என்றும், (2) நாகத்தின் ஒரு பரமாணு, கந்தகிகாமிலக்

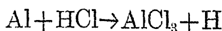
தின் ஓர் அணுவுடன் கலக்க, ஓர் அணு நாக-கந்தகிகஜ முண்டாகி ஓர் அணு அப்ஜனகம் வெளிக்கிளம்புகிறது என்றும் (3) ஓரணு கந்தகிகாமிலத்தில் இரண்டு அப்ஜனக பரமாணுக்களும் ஒரு கந்தக பரமாணுவும் நான்கு பிராண வாயு பரமாணுக்களும் இருக்கின்றனவென்றும், அதே விதமாக ஓரணு நாக-கந்தகிகஜத்தில் ஒரு பரமாணு நாகம் ஒரு பரமாணு கந்தகம் நான்கு பரமாணு பிராணவாயு இருக்கின்றனவென்றும், ஓரணு அப்ஜனகத்தில் இரண்டு பரமாணுக்களிருக்கின்றனவென்றும் (4) நாகத்தின் ஸம் யோக சாமர்த்தியம் 2 என்றும், கந்தகிகஜமூலத்தின் ஸம் யோக சாமர்த்தியமும் 2 என்றும் (5) 65·4 கிராம் நாகம் 98 கிராம் கந்தகிகாமிலத்துடன் சேர்ந்து, 161·4 கி. நாக-கந்தகிகஜத்தையும், 2·016 கி. அல்லது தி.உ.அ. நிலையில் 22,400 க.ச.மீ. அப்ஜனகத்தையும் கொடுக்கும் என்றும் இச்சமீகரணஞ் சொல்லுகிறது. இச்சமீகரணத்தின் உதவி யால், எடுத்த நாகத்தினெடைக்கு எவ்வளவு அப்ஜனகம் உண்டாகுமென்றும், அல்லது, வேண்டிய அப்ஜனகத் தைத் தயாரிக்க, எவ்வளவு நாகம், அமிலம் முதலியவை வேண்டும் என்றும் முன்னுலேயே கணக்கிட்டுச் சோதனை களைச் செய்யலாம். இதனுற் பொருள்களை அநாவசிய மாகப் பாழாக்கவேண்டாம்; கொஞ்சமாயெடுத்து, விகாரம் நடுவில் நின்றுபோகத் திண்டாடவும் வேண்டாம்.

சமீகரணத்தை அமைத்துச் சமப்படுத்துதல் (Balancing the Equation)

அலுமீனியத்தை அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் சேர்த்தால், அப்ஜனக வாயு கிளம்பும். அலுமீனியம் அமிலத்திற் கரையும் என்று நமக்குத் தெரியும். இவ் விகாரத்தை எந்தச் சமீகரணங்கொண்டு தெரிவிப்பது?

விகாரத்திற் சம்பந்தப்படும் பொருள்களை இடது பக்கத்தில் அவ்வவற்றிற்குரிய சங்கேதங்களால் எழுதி,

நடுவில், ஒரு அம்பு நுனிக்குறி போட்டு, வலது பக்கத்தில் விகாரத்தின் விளைவுகளை அவைகளுக்குரிய சங்கேதங்களினால் எழுதவும்.



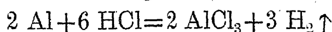
$$Al+HCl\rightarrow AlCl_3+H$$

இந்தச் சமீகாரணம் ஜாதி லக்ஷணங்களையே தெரிவிக்கிறது. விகாரத்தின் பிரமாண நிலையைக் காட்டவில்லை. ஓர் அணு அலுமீனிய-ஹரிதகையில் மூன்று ஹரிதக-பரமாணுக்கள் இருக்கின்றன. நாம் ஓர் அணு அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தையே எடுத்துள்ளோம். அது ஒரு பரமாணு ஹரிதகத்தையே கொடுக்கும். மூன்று பரமாணுக்கள் தேவையாயிருப்பதால் மூன்று அணுக்கள் அமிலம் வேண்டும். இதற்குச் சரியாகச் சமீகாரணத்தைத் திருத்தி எழுதுவோம்.

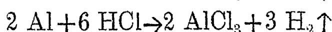


$$Al+3\,HCl\rightarrow AlCl_3+3\,[H]\uparrow$$

அப்ஜனக வாயுவின் அணுவில் இரண்டு பரமாணுக்கள் இருக்கவேண்டும். பிரகிருதியில், பெரும்பான்மையாய் வாயு ஸ்திதியிலுள்ள தனிப்பொருளின் அணுத்தான் தனித்திருக்கமுடியுமென்றும், பரமாணு தனியாக நிலையுள்ள தன்மையில் இருக்கமுடியாதென்றும் கற்றிருக்கிறோம் (அவோகாட்ரோ நியாயம்). ஆகையால் சமீகரணத்தில் மூன்று அணு அப்ஜனகம் இருக்கும்படி செய்யவேண்டும். அதற்குச் சமீகாரணத்தின் இரு பாகங்களையும் இரண்டாற் பெருக்கவேண்டும்.



$$2\,Al+6\,HCl=2\,AlCl_3+3\,H_2\uparrow$$



$$2\,Al+6\,HCl\rightarrow 2\,AlCl_3+3\,H_2\uparrow$$

சமீகாரணத்தின் நடுவில் அம்புக் கூர் போட்டும் காண்பிக்கலாம். சமமறி குறியைப் போட்டுங் காண்பிக்கலாம். இக்குறிதான் சமீகாரணத்தின் லக்ஷணம். நடு அம்புக்குறியில் சமமறி குறியின் கருத்துத் தொக்கி நிற்பதாகக்கொள்ளவேண்டும். நடுவிலிருக்கும் அம்புக்குறி, விகாரத்தின் போக்கு நிலையையுங் குறிக்கிறது. இச்சமீ

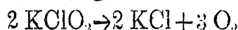
கரணத்தின் அர்த்தம் என்னவென்றால், 2×27 கிராம் அலுமினியம் 6×36·47 கிராம் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் சேர்ந்து, 2×(27+3×35·46) = 266·8 கிராம் அலுமினிய-ஹரிதகையையும், 3×2·016 கிராம் அல்லது தி. உ. அ. நிலையில் 67,200 க. ச. மீ. பருமனுள்ள அப்ஜனகத்தையும் கொடுக்கும் என்பது.

மேலே சொல்லப்பட்ட வழியைச் "சமீகரணத்தைச் சமப்படுத்துதல்" (Balancing the equation) என்று சொல்லுகிறோம். சமீகரணத்தின் இடதுபாகமும், வலது பாகமும் சமப்படுத்தப்பட வேண்டும். அதாவது, இடது பக்கத்தில் மொத்தமாக X பரமாணு பிராண வாயு இருந்தால், வலது பக்கத்தில் கணக்கிட்டுப் பார்க்கச் சுத்தப் படுத்திய சமீகரணத்தில் X பரமாணுக்கள் இருக்கும். சாதாரண விகாரங்களுக்குச் சமீகரணங்களை எளிதில் உண்டாக்கலாம்.



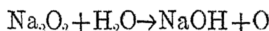
$$KClO_3 \rightarrow KCl + 3\ (O).$$

இதை முறைப்படி சீர்திருத்த,



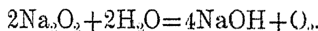
$$2\ KClO_3 \rightarrow 2\ KCl + 3\ O_2$$

தண்ணீர் ஸோடிய-பர-பிராணையுடன் சேரும் பொழுது ஏற்படும் விகாரத்தை எழுதுவோம்:—



$$Na_2O_2 + H_2O \rightarrow NaOH + O$$

இச்சமீகரணம் சுத்தமாயில்லை.



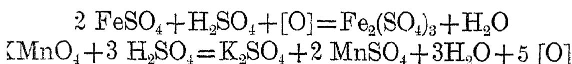
$$2Na_2O_2 + 2H_2O = 4NaOH + O_2.$$

கடைசியாக எழுதப்பட்டுள்ளதே சரியான சமீகரணம்.

சிக்கலான விகாரங்களைச் சமீகரண ரூபமாக விளக்க, விகாரப்போக்கிலேற்படும் ஒவ்வொரு தனி விகாரத்திற்கும் சமீகரணத்தை எழுதி இந்த அஸம்பூரண-சமீகரணங்களைக் கூட்டிச் சுத்தப்படுத்தவேண்டும்.

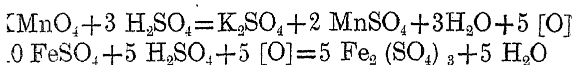
அபச-கந்தகிகஜத்தைப் பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜம் விருத்திசெய்து, அபிக-கந்தகிகஜமாக்குகிறது என்று

க்குத் தெரியும். இவ்விகாரத்தை எப்படிச் சமீகரணம்
ய்து காட்டுவது?



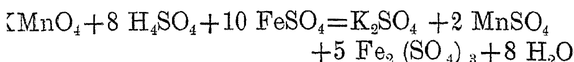
$$2\ FeSO_4 + H_2SO_4 + [O] = Fe_2(SO_4)_3 + H_2O$$
$$KMnO_4 + 3\ H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2\ MnSO_4 + 3H_2O + 5\ [O]$$

இங்கு 2 பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜ அணுக்கள்
மில விலயனங்களில்) 5 பிராணவாயு-பரமாணுக்களை
ாணீகரண காரியங்களுக்குக் கொடுக்கவல்லனவாயிருக்
ின்றன. பிராணீகரிக்கப்பட, இரண்டு அயச-கந்தகிகஜ
ணுக்கள் ஒரு பிராணவாயு பரமாணுவைத் தேடி நிற்
ின்றன. ஆகையால், 2 அணு பொட்டாஸிய-பரமாங்
ிகஜம் 5 பிராணவாயுவின் பரமாணுக்களைக் கொடுக்
தயாராயிருப்பதால் 10 அயச-கந்தகிகஜ-அணுக்களை
ிக நிலைக்கு விருத்தி செய்யும். அஸம்பூரண-சமீகரணங்
ா எழுதுவோம்.



$$KMnO_4 + 3\ H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2\ MnSO_4 + 3H_2O + 5\ [O]$$
$$0\ FeSO_4 + 5\ H_2SO_4 + 5\ [O] = 5\ Fe_2\ (SO_4)_3 + 5\ H_2O$$

ண்டையும் கூட்ட



$$KMnO_4 + 8\ H_4SO_4 + 10\ FeSO_4 = K_2SO_4 + 2\ MnSO_4 + 5\ Fe_2\ (SO_4)_3 + 8\ H_2O$$

அஸம்பூரண-சமீகரணங்களை எழுதியபிறகு, சமீகர
ங்களில் இரண்டு பக்கங்களிலுமுள்ள சமமான அங்கங்
ா விலக்கியபிறகு கூட்டி, விகாரத்தின் முடிவு-சமீகர
த்தை எழுதவேண்டும். [மேற்கண்ட சமீகரணத்தில்
O] என்பது அடிபடுவதைக் கவனிக்கவும்.]

இவ்விதமாகச் சமீகரணத்தை அமைக்க, விகாரத்தி
ள்ள சமூகத்தில் என்னென்ன மாறுதல்கள் எந்தெந்தச்
யத்தில், எந்தெந்த அளவில் ஏற்படுகின்றன என்பதை
ம் நன்றாயறிந்திருக்கவேண்டும். அதன் பின்புதான்,
ாரத்தின் முடிவில் விளைந்த பொருள்களைக் காட்டி முடி
ன சமீகரணத்தை அமைக்கலாம். பல விகாரங்களைப்

போகப் போகக் கவனிக்கவேண்டிவரும். அந்தந்தச் சந்தர்ப்பத்தில், விகாரங்களொவ்வொன்றிற்குமுரிய சமீகரணத்தை எழுதிக் காட்டுவோம். அவைகளைச் சரிவரக் கவனித்துக்கொண்டேவந்தால், யாதொரு சிரமமும் இருக்காது. சாதாரணமாய் மாணுக்கர்களுக்கு ஏற்படும் பயமும் நீங்கிவிடும். புத்தியைச் சிறிதளவு உபயோகப்படுத்தி, விஷயத்தின் மூல உண்மைகளை அறிந்துவிட்டால், மலைபோலுள்ள கஷ்டங்கள் யாவும் சூரியனைக்கண்ட பனிபோல் விலகும். இன்னும், மிகச் சிக்கலான விகாரங்களுக்குச் சமீகரணம் ஜோடிப்பதிற் பிள்ளைகளுக்கு உற்சாகமும் ஏற்படும்.

அத்தியாயம் 18

லவண-ஜனகங்கள், உப்பீனிகள் அல்லது ஹரிதக இனங்கள் (Halogens)

காசாதம் (Fluorine), ஹரிதகம் (Chlorine), இரக்தகம் (Bronine), பாடலகம் (Iodine) இந்நான்கு தனிப் பொருள்களும் ஒரு குடும்பத்தைச் சேர்ந்தவை. இவை லவண-ஜனகங்கள் அல்லது உப்பீனிகள் (Halogens—Hals=சமுத்திர உப்பு) என்று சொல்லப்படுகின்றன. ஏனென்றால், ஹரிதகம், இரக்தகம், பாடலகம் என்பன சேர்ந்த உப்புக்கள் சமுத்திரத் தண்ணீரில் இருக்கின்றன. மேலும், இவை சேர்ந்த ஸோடிய உப்புக்கள் சமுத்திர உப்பைப் போலிருக்கின்றன. இவைகளின் குணங்களிலும், இவை சேர்ந்த சேர்க்கைப் பொருள்களின் குணங்களிலும் ஒருமையான சில குடும்ப லக்ஷணங்கள் தோன்றுகின்றன. இவைகளைப் பரமாணு-பாரங்கள் உயர்ந்து செல்லுங் கிரமத்தில் வரிசைப்படுத்த, இவைகளின் பௌதிக ரஸாயன குணங்களிற் படிப்படியான மாறுதலைக் காணலாம். இந்நான்கு பொருள்களைப்பற்றிக் கற்றபிறகே, இவற்றின் கிரமமான மாறுதல்களைத் தாரதரித்துச் சோதித்து உணர்ந்து மதிப்பிடலாம். இவற்றின் சில ஒற்றுமை வேற்றுமைகளை மாத்திரம் இங்கே கவனிப்போம்:—

	காசாதம்	ஹரிதகம்	இரக்தகம்	பாடலகம்
பரமாணு பாரம்	19	35·46	79·92	126·93
சாதாரண நிலையில் ஸ்திதி	வாயு	வாயு	திரவம்	திடப் பொருள்
நிறம்	வெளுத்த மஞ்சள்	பச்சை மேலாடிய மஞ்சள்	இரத்தம் போற் கருஞ் சிவப்பு.	கறுத்த கத் தரிப்பூ.

	காசாதம்	ஹரிதகம்	இரக்தகம்	பாடலகம்
மணம்	அதிகக் காரமுள்ளது. சளிச்சவ்வைத் தின்றுவிடும்.	அதிகக் காரமுள்ளது. சளிச்சவ்வைத் தின்றுவிடும்.	காரமுள்ளது. கண்ணீர் வரச்செய்யும். ஜவ்வை அரிக்கும்.	[illegible]
தண்ணீருடன் கலக்க	வெகு ஆவேசத்துடன் தண்ணீரைப் பிரித்து ஓஸோன் சேர்ந்த பிராணவாயுவை வெளியிடும்.	சிறிதளவிற் கரையும். சிறிதளவில் ரஸாயன விகாரமும் ஏற்படும். விலயனத்தை வெயிலில் வைக்கப் பிராணவாயு வெளிக்கிளம்பும்.	சிறிதளவிற் கரையும். ரஸாயன விகாரமேற்படுவது சந்தேகக்க வேண்டியிருக்கிறது.	[illegible]
அப்ஜனகத்துடன் சேரும் வல்லமை	இருட்டிலும் மிகக் குளிர்ந்த நிலையிலும் அதிக வீரியமாய் வெடியுடன் ஒன்று சேரும்.	சூரிய வெளிச்சத்திலாவது செயற்கை வெளிச்சத்திலாவது தான் வெடியுடன் ஐக்கியமாகும்.	சாதாரணமாகச் சேருகிறதில்லை. பிளாடினத்தைத் தொட்டிருக்கும்பொழுது சூடுசெய்யப்பட்ட நிலையிற் சேரும்.	[illegible]

	காசாதம்	ஹரிதகம்	இரக்தகம்	பாடலகம்
ரஸாயன வீரியம்	அதி வீரிய முள்ளது. ஹரிதகை, இரக்தகை, பாடலகை இவற்றி லிருந்து முறையே ஹரிதகம், இரக்தகம், பாடலகம் என்பவற் றை விலக்க வல்லது.	அதிக வீரிய முள்ளது. ஆனால், காசாதத் தைவிடக் குறைவான வீரியமுள் ளது. இரக் தகை, பாட லகை இவற் றினின்று இரக்தகம், பாடலகம் என்பவற் றை விலக்க வல்லது.	ஹரிதகத் தைவிடக் குறைவான வீரியமுடை யது. பாட லகையிலிரு ந்து பாடல கத்தை விலக்கவல் லது.	இரக்தகத் தைவிடக் குறைவான வீரியமுள் ளது.
சலவை செய்யுங் குணம்	அநேகச் சேதனப் பொருள்களை விபாகிக்க வல்லது.	உயர்வான சலவைச் சரக்கு.	மந்தமான சரக்கு.	சலவைசெய் யுங் குணம் வெகு வெகு அற்ப அள விலேதான் காணப்படு கிறது.

இந்நான்கு தனிப் பொருள்களும் இயற்கையில் தனித்த நிலையிற் காணப்படுவதில்லை. ஒரேவிதமான முறைகளால் அவற்றைத் தயாரிக்கலாம். அவை ஏக-ஸம் யோக சக்திவாய்ந்த பொருள்கள். அவற்றின் அப்ஜனகை கள் நிறமற்ற வாயுக்கள்; ஈரமுள்ள காற்றிற் புகையும்; தண்ணீரில் எளிதிற் கரைந்து பலமான அமில விலயனங் களைக் கொடுக்கும். இந்நான்கு தனிப்பொருள்களும் அநேக உலோகங்களுடன் நேரே விகாரிக்க வல்லவை. இரஜத-காசாதத்தைத்தவிர, மற்ற மூன்று இரஜத உப்புக் களும் தண்ணீரிற் கரையா; வெளிச்சம்பட விபாகிக்கும்.

குணங்கள் படிப்படியாய் மாறுபடுவதை மேலேயுள்ள ஜாப்தா காட்டுகிறதல்லவா? இந்நான்கு தனிப்பொருள்களிலும் ஹரிதகமே இக்குடும்பத்தின் சரியான பிரதிநிதியாகையால் அதையே நாம் முதலிலெடுத்துக்கொள்வோம். [சமீபகாலத்தில், அலாபமீன் (Alabamine) என்ற பெயருள்ள ஒரு புதிய ஹரிதக இனத்தைச் சேர்ந்த தனிப்பொருள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது.]

ஹரிதகம் (Chlorine).

சரித்திரம் :—1774-ம் வருஷம் ஸ்வீடன் தேசத்து ஷீலே என்பவர் (Scheele) உப்புத் திராவகத்தையும் (HCl) பூமியிலகப்படும் மாங்கனஜ-துவி-பிராணைத்தாதுவையும் கலந்து சூடு செய்யப் பச்சைமேலாடிய மஞ்சள் நிறங்கொண்ட ஒரு வாயு வெளிப்பட்டதையும், அவ்வாயு அற்ப அளவிலேயே தண்ணீரிற் கரைகிறது என்பதையும் தமது குறிப்புப் புத்தகத்தில் எழுதிவைத்திருக்கிறார். இதைக் கண்டுபிடித்த பெருமை அவரையே சேருகிறது. அப்பஜ ஹரிதகிகாமிலம், சமுத்திர உப்பைக் கந்தகத்திராவகத்துடன் சேர்த்துச் சூடு செய்து தயாரிக்கப்பட்டதுபற்றி, அதைச் "சமுத்திர-அமிலம்" அல்லது "உப்புத் திராவகம்" (Marine or muriatic acid) என்று அழைத்து வந்தார்கள். "தீப்பொருள் நீக்கிய உப்புத்திராவகக் காற்று" (Dephlogisticated marine acid air) என்று புதிதாய்த் தாம் தயாரித்த வாயுவுக்கு ஷீலே பெயரிட்டார். பெர்தாலே (Berthollet) என்பவர் இவ்வாயு கரைந்த விலயனத்தைச் சூரிய வெளிச்சத்தில் வைக்கப் பிராணவாயு வெளிவருவதையும், விலயனத்தில் உப்புத்திராவகம் உண்டாயிருப்பதையுங் காட்டினார் (1785). இவ்விதக் காரணங்களால் லவாசியர் அதற்குப் "பிராணவாயு சேர்ந்த உப்புத்திராவகம்" (Oxygenated muriatic acid) என்று பெயரிட்டார். உப்புத்திராவக மூலத்துடன் (Muriatic base) பிராணவாயு சேர்ந்து அதைக் கொடுக்கிற



ஷீலே

(1742—1786)

[அனுமதியுடன்]

தென்று அவர் நினைத்தார். இவ்வாயு பிராணவாயு சேர்ந்த பொருளாயிருக்குமேயாயின், அதைச் சூடுசெய்த கரியின் மேற் செலுத்திப் பிராணவாயுவைப் பிரித்து உப்புத்திராவகமூலத்தை அடையலாமென்றெண்ணிக், கேலூசாக்கும் தீனார்டும் (1809), சோதனை செய்து பார்த்ததில், அதே வாயுத்தான், சோதனைக்குப் பின்பும் வெளிவந்தது என்று கண்டு, அந்த வாயு 'ஒரு தனிப்பொருளாக ஏன் இருக்கக் கூடாது' என்று ஆலோசிக்கலானார்கள். 1810-ம் வருஷம், டேவி (Davy) பல சோதனைகள் செய்து, அவ்வாயுவிலிருந்து வேறு ஒரு பொருளும் பிரியாதது கண்டு, அது ஒரு தனிப்பொருளே என்று முடிவாகத் தீர்மானம் செய்தார். அவர் செய்த பல சோதனைகளில் ஒன்றை இங்கே குறிப்போம். ஈரமற்ற அந்தப் 'பிராணவாயு சேர்ந்த உப்புத்திராவகத்தில்' ஸோடியத்தைச் சூடுசெய்ய, சாதாரண உப்பே உண்டாகிறதென்பதையும் வேறு யாதொரு பொருளும் உண்டாகவில்லையென்பதையுங் கண்டார். அப்பொருள் தனிப்பொருளாக இல்லாது, பிராணவாயு கூடிய பொருளாக இருந்தால், பிராணவாயுவாவது அல்லது பிராணவாயு சேர்ந்த பொருளாவது உண்டாகவேண்டும். அவ்விதம் ஒரு சோதனையிலும் உண்டாகாததால் அது ஒரு தனிப்பொருள் என்பது நிச்சயம். அதன் நிறம் பச்சை மேலாடியதாதலால் (க்ரீக் பாஷையில் Chloros = பச்சை) க்ளோரின் என்று அவர் பெயரிட்டு, அதற்கு Cl என்ற சின்னத்தையும் கற்பித்தார். நாமும் அதற்கு 'ஹரிதகம்' (ஹரித=பச்சை. இதற்கு மஞ்சள் என்றும் பொருள்) என்று பெயரிடுவோம். அதைப் "பசியம்" என்றுஞ் சொல்லலாம். டேவி, பெர்தாலேயின் குறிப்பை $2H_2O+2Cl_2=4HCl+O_2$ என்று வியாக்கியானம் பண்ணினார். தண்ணீரிலிருந்தே பிராணவாயு வருகிறதேயொழிய ஹரிதகத்திலிருந்தன்று. சில ஆண்டுகளுக்குமுன், சாதாரணமாய் நாம் தயாரிக்கும் ஹரிதகம் 35, 37 என்ற பரமாணுபாரங்களையுடைய இருவித ஹரிதகத்தின் கலப்

பென்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. அவற்றுள் ஒன்று கலப்பில்லாமல் மற்றொன்றைச் சுத்தமான நிலையில் இது வரை தயாரிக்க முடியவில்லை.

சம்பவம் :—அது மிகவும் ரஸாயன-வீரியமுள்ள தாகையால், அது தனியாக இயற்கையிற் காணப்படுவ தில்லை. ஆனால், அது சேர்ந்த பல ஐக்கியப் பொருள்கள் பூமியில் அகப்படுகின்றன.

(1) சமுத்திரத்தண்ணீர் :—இதில் அநேக ஹரிதகைகள் (Chlorides) கரைந்திருக்கின்றன. சில ஏரிகளிலும் உப்பு காணப்படுகிறது. ராஜபுதனத்திலுள்ள ஸாம்பார் ஏரியிலிருந்துமட்டும் ஒவ்வோராண்டிலும் சுமார் 2 லக்ஷம் டன் உப்பு தயாரிக்கப்படுகிறது.

(2) கல்லுப்பு (rock-salt) பூமியிலிருந்து வெட்டியெடுக்கப்படுகிறது. இவ்வுப்பு அகப்படுமிடங்கள் நார்த்விச் (Northwich,) செஷயர் (Cheshire), ஸ்டாஸ்போர்ட் (Stassfort,) ஸ்பெயின் (Spain), ந்யூயார்க் (New York) முதலியன. ஆஸ்ட்ரியா தேசத்தில் வெய்லீஸா (Weilieza) என்னுமிடத்திலிருந்து 600 வருஷங்களாக உப்பை வெட்டி எடுத்துக்கொண்டே இருக்கிறார்கள். ஒவ்வொரு வருஷமும் 55,000 டன்களுக்குமேல் அங்கு உப்பு எடுக்கப்பட்டு வருகிறது. இந்தியாவில், பஞ்சாபிலும் கோஹாத் ஜில்லாவிலும் கல்லுப்பு அதிகவளவிற் கிடைக்கிறது.

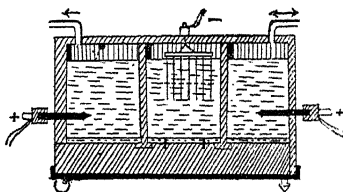
ஸ்டாஸ்போர்டில் கார்னலைட் (Carnallite $KCl\ MgCl_2 6H_2O$) என்னும் உப்பும் ஸில்வைட் (Sylvite KCl) என்னும் உப்பும் கிடைக்கின்றன. கொம்பு-வெள்ளி (Horn-silver) எனப்படும் இரஜத-ஹரிதகை $AgCl$ சில இடங்களிற் காணப்படுகிறது. பிராணிகள், செடிகொடிகள் இவற்றின் உயிர்வாழ்தலுக்குத் தேவையானவற்றுள் ஹரிதகமும் ஒன்று.

ஹரிதகம், அப்ஜஹரிதகிகாமிலம் இவைகளைத் தயாரிக்கச் சாதாரண உப்பே முக்கியமாக உபயோகிக்கப்பட்டு வருகிறது.

தயாரிக்கும் முறைகள்: பொதுவாய் ஒரு தனிப் பொருளை மூன்று முறைகளில் தயாரிக்கலாம்:—(1) மின் சாரித்தல் அல்லது மின் வியோகம் (Electrolysis), (2) விபாகித்தல் (Decomposition), (3) விலக்குதல் (Displacement).

(1) **மின்வியோகம்:**—உப்பு விலயனத்தை மின்சாரிக்க, அது ஸோடியமாகவும் ஹரிதகமாகவும் பிரிக்கப்படும்; ஹரிதகம் தனதுருவத்தில் தோன்றும்; ஸோடியம் ருணதுருவத்தில் தோன்றித் தண்ணீருடன் விகாரித்து அப்ஜனகத்தையும், ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையையுங் கொடுக்கும்; அப்ஜனக வாயு ருணதுருவத்தில் தோன்றி வெளியேறும். இம்முறையில், சற்றுநேரஞ் சென்ற பின்பே, ஹரிதகம் குமிழித்து வெளிக்கிளம்பும். ஏனென்றால் அது தண்ணீரிற் சிறிதளவு கரையக்கூடியது. தண்ணீரில் முற்றிலுங் கரைந்தபிறகேதான் அது வெளிக்கிளம்பும். அது விகாரத்திலுண்டாகும் ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையுடன் கலந்தால் அதில் ஐக்கியமாகிவிடும். ஆகையால், இவ்விரண்டும் கலக்காமலிருக்கும்படி, உபகரணத்தில் துவாரம் பொருந்திய பிரிசுவரை அமைக்கவேண்டும். இச் சுவர் ஸெமண்ட், களிமண், கல்நார், சுண்ணும்புக்கல் என்பவற்ருல் செய்யப்படலாம். இச் சுவர் மின்சார ஓட்டத்துக்குத் தடைசெய்யாது நின்று, விலயனங்கள் கலந்துகொள்ளுவதைக் கூடியமட்டில் தடுக்கும். ருணதுருவத்தை இரஸங் கொண்டு அமைக்க, அது விகாரத்திலுண்டாகும் ஸோடியத்தைக் கரைத்துவிடும். இக்குணத்தையொட்டியே, தற்காலத்தில் காஸ்ட்னர் முறைப்பால் (Castner's Process) ஹரிதகத்தை அதிக அளவில் அடைகிருர்கள். இதை விவரமாக, ஸோடியம் என்பதைப்பற்றிப் படிக்கும்பொழுது மறுபடியுங் கவனிப்போம். சுருக்கமாக இங்கு உரைப்போம்.

காஸ்ட்னர் முறை :— மூன்று அறைகள் கொண்ட கடியில் ஓரத்திலுள்ள அறைகளிரண்டிலும் லேகலோறு மேற்கோடிகளும் (Graprite anodes), நடு அறையில் இரும்பு (பல இரும்புத்தண்டுகள் கூடிய) கீழ்க்கோடியும் (Iron Cathode) அமைந்திருக்கின்றன. வெளி அறைகளிரண்டிலும், உப்பு விலயனமும், நடு அறையில் தண்ணீரும் இருக்கும். இரண்டு கோடிகளையும் மின்சார-துருவங்களோடிணைத்து மின்சாரத்தைப் பாயச்செய்ய, ஹரிதகம் வெளி அறைகளிலிருந்து வெளியேறும். ஸோடியம் கடியினடியிலுள்ள இரஸத்துடன் சேர்ந்து இரஸக்கலவையாகும். அது தண்ணீரால் தாக்கப்பட, நடு அறையிலிருந்து அப்ஜனகம் வெளியேறும். கடி, விகார சமயத்தில், ஆடிக்கொண்டிருக்கும்.



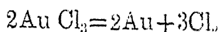
காஸ்ட்னர் முறைப்படி ஹரிதகத்தைத் தயாரித்தல்.

படம் 75

க்ஷார உலோகங்களின் ஹரிதகைகளை உருக்கி மின்சாரத்தைச் செலுத்தும்பொழுதும் ஹரிதகம் வெளிவரும்.

(2) நிலையற்ற ஹரிதகைகளைச் சூடுசெய்து விபாகித்தல் :—

ஸ்வர்ண-ஹரிதகையை அல்லது பிளாடின-ஹரிதகையைச் சூடு செய்தால் ஹரிதகம் வெளிவரும்.



$$2AuCl_3 = 2Au + 3Cl_2$$



$$PtCl_4 = Pt + 2Cl_2$$

இம்முறைகள் அதிகச் செலவு பொருந்தியவை. ஸ்வர்ண-ஹரிதகையிலிருந்து தயாரித்த ஹரிதகத்தை உபயோகித்து, விக்டர் மேயர், ஹரிதகத்தின் ஆவி திண்மையைக் கணக்கிட்டார். தாம்ரிக-ஹரிதகையும் இம்மாதிரி பிரியும்.



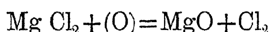
$$2\,CuCl_2 \rightarrow Cu_2Cl_2 + Cl_2$$

பாஸ்வர-பஞ்ச-ஹரிதகையைச் சூடு செய்ய, அது பாஸ்வர-த்ரி-ஹரிதகையாகவும், ஹரிதகமாகவும் பிரியும்.



$$PCl_5 = PCl_3 + Cl_2$$

[வெல்டன்-பிக்னிமுறையில், மாக்னீஸிய-ஹரிதகையைக் காற்றுப்படச் சூடுசெய்ய, மாக்னீஸிய-பிராணையும் ஹரிதகமும் உண்டாகும்.



$$Mg\,Cl_2 + (O) = MgO + Cl_2$$

இந்தப் பிராணையை அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்திற் கரைத்து, மாக்னீஸிய ஹரிதகையைத் தயாரித்து, முன் போல் அதை மறுபடியும் சூடுசெய்யலாம். இம்முறையைத் திருப்பித் திருப்பிச் செய்துகொண்டிருந்தால் ஹரிதகத்தை அதிக அளவில் தயாரிக்கக்கூடும்.]

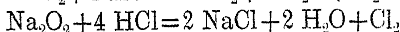
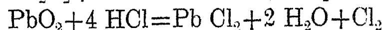
(3) **விலக்கு-முறை :—**

எல்லா வர்த்தனிகளும்—அதாவது, எளிதில் தங்களிடமுள்ள பிராணவாயுவைக் கொடுக்கத் தயாராயிருக்கும் பொருள்களெல்லாம்—அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் விகாரித்துச் சுலபமாக ஹரிதகத்தை வெளியேற்றும். இச்செய்கையைப் பிராணீகரணம் அல்லது விருத்திசெய்தலென்று சொல்லுகிறோம். அமிலத்திலுள்ள அப்ஜனகத்துடன் பிராணவாயு சேர்ந்து தண்ணீராக மாறி, ஹரிதகத்தை விலக்கும்.

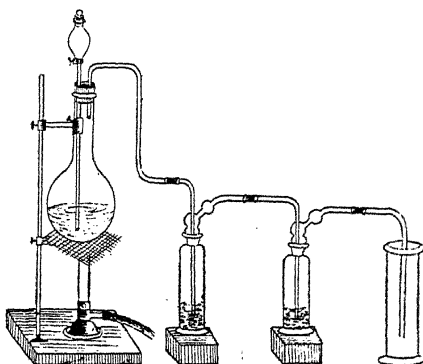
(1) பர-பிராணைகள், அதி-பிராணைகள் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் சூடுசெய்யப்பட, ஹரிதகைகளும் ஹரிதகமும் உண்டாகும்.

உதாரணம் :—


$$MnO_2+4\ HCl=MnCl_2+2\ H_2O+Cl_2$$

$$BaO_2+4\ HCl=BaCl_2+2\ H_2O+Cl_2$$

$$Na_2O_2+4\ HCl=2\ NaCl+2\ H_2O+Cl_2$$

$$PbO_2+4\ HCl=Pb\ Cl_2+2\ H_2O+Cl_2$$

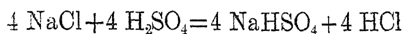
சாதாரணமாகச் சுண்டின அப்ஜஹரிதகிகாமிலத்துடன் அதே பருமனளவில் தண்ணீரைச் சேர்த்து, அந்த விலயனத்தில், மேலே கண்ட பிராணைகளேதேனுமொன்றைச் சேர்த்துச் சூடுசெய்யலாம். சோதனைச்சாலையில்,

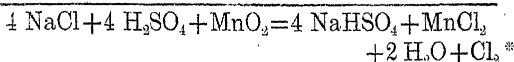


ஹரிதகத்தைத் தயாரித்தல். சோதனைச்சாலை முறை.

படம் 76

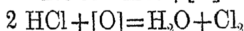
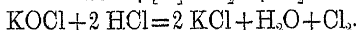
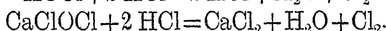
அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தை நேரே உபயோகப்படுத்துவதற்குப் பதிலாக, உப்பையும், கந்தகத்திராவகத்தையும் மாங்கனஜ-துவி-பிராணையையும் ஒருருண்டைக் கூஜாவில் எடுத்து, 76-வது படத்திற் காட்டியபடி அமைத்துச் சூடு செய்வோம்.


$$4\ NaCl + 4\ H_2SO_4 = 4\ NaHSO_4 + 4\ HCl$$

$$4\ HCl + MnO_2 = MnCl_2 + 2\ H_2O + Cl_2.$$

$$4\ NaCl + 4\ H_2SO_4 + MnO_2 = 4\ NaHSO_4 + MnCl_2 + 2\ H_2O + Cl_2 \text{*}$$

வெளிவரும் ஹரிதகத்துடன் அப்ஜனக-ஹரிதகை வாயுவும் நீராவியும் வரலாம். ஆகையால் வெளிவரும் வாயு மிச்ரத்தை, முதல் கழுவு சீசாவிலுள்ள தண்ணீரின் வழியாகவும், இரண்டாவது கழுவுசீசாவிலுள்ள சுண்டின கந்தகத் திராவகத்தின் வழியாகவும் செலுத்தவும். தண்ணீரில் அப்ஜனக-ஹரிதகை கரைந்துவிடும்; நீராவி சுண்டின கந்தகத் திராவகத்தாற் சோஷிக்கப்படும். ஹரிதகம் சிறிதளவில் தண்ணீரிற் கரையுங் குணமுடையதாகையாலும், காற்றைவிடக் கனமுள்ளதாகையாலும், அதைக் காற்றை-மேல்விலக்கும் முறையாற் சேகரிக்கலாம் (Upward displacement of air). அதை வெந்நீருக்குமேலாவது சூடான உப்பு விலயனத்திற்குமேலாவது சேகரிக்கலாம். இரஸத்துடன் அது விகாரிக்குமாகையால், அதற்குமேல் அதைச் சேகரிக்கமுடியாது.

(2) உப-ஹரிதசஜங்கள் (Hypo-chlorites) நல்ல வர்த்தனிகளாகையால், அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்திலிருந்து ஹரிதகத்தை வெளிவரச்செய்யும்.


$$KOCl = KCl + [O]$$

$$2\ HCl + [O] = H_2O + Cl_2$$

$$KOCl + 2\ HCl = 2\ KCl + H_2O + Cl_2.$$

$$CaClOCl + 2\ HCl = CaCl_2 + H_2O + Cl_2.$$

* குளிர்ந்தநிலையில் மாங்கனஜ-துவி-பிராணை அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் விகாரிக்க மாங்கனஜ-சதுர்-ஹரிதகையும் தண்ணீருமுண்டாகும்.

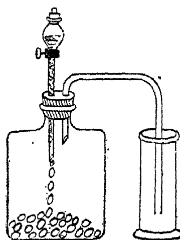

$$MnO_2 + 4\ HCl = MnCl_4 + 2\ H_2O.$$

இம்மாங்கனஜ-சதுர்-ஹரிதகை சூட்டில் மாங்கனஜ-ஹரிதகையாகவும் ஹரிதகமாகவும் விபாகிக்கும்.


$$MnCl_4 = MnCl_2 + Cl_2$$

ஒரு சோதனைக் குழாயில் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தையும் சலவைச்சூரணத்தையும் (Bleaching Powder CaClOCl) கலந்து இளஞ் சூடு காட்ட, ஹரிதகம் வெளி வரும்.

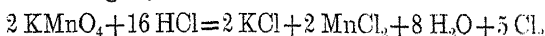
(3) பொட்டாஸிய பரமாங்கனிகஜம் வெகு சுலபமாகச் சாதாரண உஷ்ண நிலையிலேயே அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தை விருத்தி செய்து, ஹரிதகத்தை வெளிபேறச்



ஹரிதகத்தைத் தயாரித்தல்.
பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜ முறை.

படம் 77

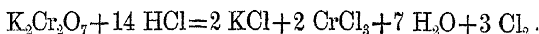
செய்யும். 77-வது படத்திற் காட்டியபடி, ஒரு சீசாவில் இரட்டைத் துளையுள்ள தக்கையை அமைத்து, ஒரு துளையில் அடைப்பானுள்ள புனலையும், மற்றொரு துளையில் விடுகுழாயையும் செருகவும். புனலில் சண்டின-அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தை எடுத்து, அடைப்பானைத் திறந்து, அமிலத்தைச் சீசாவிலுள்ள பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜத்திற் சொட்டவிட, ஹரிதகம் வெளிவரும். அங்கு, நாம் சூடு செய்யாமலேயே, ஹரிதகம் வந்துகொண்டிருக்கும். அமிலம் விழாமல் அடைப்பானை மூடிவிட, ஹரிதகம் வெளிவருவதும் உடனே நின்றுவிடும். வேண்டிய அளவில், இஷ்டம்போல், ஹரிதகத்தைத் தயாரிப்பதற்கு இது சுலபமான முறை.



$$2\,KMnO_4 + 16\,HCl = 2\,KCl + 2\,MnCl_2 + 8\,H_2O + 5\,Cl_2$$

இங்கு 2 அணு பரமாங்கணிகஜம் பிராணீகரணத்திற்குக் கொடுக்கும் 5 பிராணவாயு-பரமாணுக்கள் 5 ஹரிதக அணுக்களை விலக்குகின்றன என்பதைக் கவனிக்கவும்.

பொட்டாஸிய-துவி-கிரோமிகஜத்தைச் சுண்டின-அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் சேர்த்துச் சூடுசெய்ய, ஹரிதகம் வெளிவரும்.



$$K_2Cr_2O_7 + 14\ HCl = 2\ KCl + 2\ CrCl_3 + 7\ H_2O + 3\ Cl_2 .$$

பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜத்துடன் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலம் விகாரிக்கும்பொழுது, ஹரிதகமும் அதனுடன் ஹரிதக-பிராணையொன்றும் வெளிவரும். வெவ்வேறு இரு விகாரங்கள் ஒரேகாலத்தில் நடக்க இவ்விரு வாயுக்கள் வெளிவருகின்றன.



$$KClO_3 + 6\ HCl = KCl + 3\ H_2O + 3\ Cl_2$$



$$5\ KClO_3 + 6\ HCl = 5\ KCl + 3\ H_2O + 6\ ClO_2$$



$$6\ KClO_3 + 12\ HCl = 6\ KCl + 6\ H_2O + 6\ ClO_2 + 3Cl_2$$

அல்லது

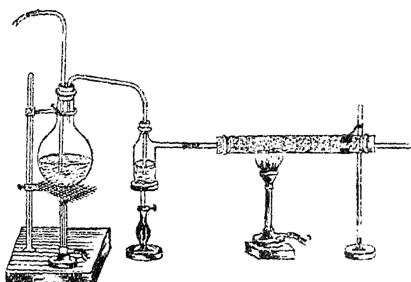


$$2\ KClO_3 + 4\ HCl = 2\ KCl + 2\ H_2O + 2\ ClO_2 + Cl_2$$

வெளிவரும் வாயுக் கலவைக்கு ஆங்கிலத்தில் யூ-க்ளோரின் (Eu-chlorine) என்று பெயர். இதைப்பற்றிப் பின்னாற் கூறநேரிடும். சுத்தமான ஹரிதகத்தைத் தயாரிக்க இம்முறை சரியன்று.

இவ்விலக்கு முறைகளிலெல்லாம், வர்த்தனிகளிலுள்ள பிராணவாயு சம்பந்தப்படுகிறது என்று வெளியாகிறது. காற்றிலுள்ள பிராணவாயு இவ்விதம் செய்யாதா? காற்றும் அப்ஜனக-ஹரிதகையுஞ் சேர்ந்த வாயு மிச்ரத்தைச் சூடுசெய்தால் ஹரிதகம் உண்டாவதில்லை. ஆனால், அங்கு விகாரத்தில் ஒரு ஸ்பர்ச கர்த்தாவை (Catalytic agent) உபயோகித்தால், ஹரிதகம் உண்டாகும்.

78-வது படத்திற் காட்டியபடி உபகரணத்தை அமைத்து, இளஞ் சூடுள்ள அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துள் காற்றைக் குமிழிக்கச் செய்து, வெளிவரும் காற்று அப்ஜனக-ஹரிதகை மிச்ரத்தைச் சூடு செய்யப்பட்ட துகனைக் கண்ணாடிக் குழாயிலுள்ள தாம்ரிக-ஹரிதகை கலந்த கிட்டக் கற்றுண்டுகள்மேல் (Pumice Stones) செலுத்தி, வெளிவரும் வாயுவைச் சோதித்துப் பார்க்க, அதில் ஹரிதகம் கலந்துள்ளது என்று காண்பாய். இத்தத்துவத்தை அறிந்தே டீகன் என்பவர், ஹரிதகத்தை ஒரு ஸ்பர்ச கர்த்தாவின் உதவிகொண்டு தயாரிக்க, ஒரு தொழில் முறையைக் கண்டுபிடித்தார். 400°—500° உஷ்ண நிலையில் இவ் விகாரம் நன்றாய் நடக்கும்.



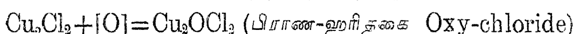
ஹரிதகத்தைத் தயாரித்தல்.
(டீகன்-முறையைத் தழுவியது.)

படம் 78

டீகன் முறை (Deacon's process)

காற்றும், அப்ஜனக-ஹரிதகையும் சேர்ந்த வாயுமிச்ரம் 425°—450° உஷ்ண நிலையிலுள்ள தாம்ரிக-ஹரிதகை கலந்த கிட்டக் கற்றுண்டுகள் வழியாகச் செலுத்தப்படும். அங்கு வெளிவரும் ஹரிதகத்துடன், மாறுபடாத அப்ஜனக-ஹரிதகையும், நீராவி, பாக்கியஜனகம், பிராணவாயு

முதலியனவும் சேர்ந்திருக்கும். ஆகையால், வெளிவரும் வாயுவைத் தண்ணீர் வழியாகவும் சுண்டின கந்தகத்திராவகத்தின் வழியாகவும் செலுத்திச் சுத்திசெய்கிருர்கள். (தண்ணீர் அப்ஜனக-ஹரிதகையைக் கரைத்துக்கொண்டுவிடும்.) ஹரிதகத்துடன் பாக்கியஜனகமும் சிறிதளவு பிராணவாயுவும் கலந்திருக்கும். இவ்வசுத்தங்கள், இம்முறையில் தயாரித்த ஹரிதகத்தை உபயோகிக்கும் முறைகளுக்கு, விரோதமானவையல்ல. இந்த ஹரிதகம் சலவைச் சூரணம் (Bleaching powder) செய்யவே உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. விகாரத்தின் போக்கைக் கீழே குறிப்பிட்டுள்ள சமீகரணங்களின் மூலம் தெரிந்துகொள்ளலாம்.


$$2\,CuCl_2 \rightarrow Cu_2Cl_2 + Cl_2$$

$$Cu_2Cl_2 + [O] = Cu_2OCl_2 \text{ (பிராண-ஹரிதகை Oxy-chloride)}$$

$$Cu_2OCl_2 + 2HCl = 2CuCl_2 + H_2O$$

$$2CuCl_2 = Cu_2Cl_2 + Cl_2$$

தாம்ரிக-ஹரிதகை பிரிந்து, தாம்ரச-ஹரிதகையாகவும் ஹரிதகமாகவும் மாறுகிறது. தாம்ரச-ஹரிதகை, காற்றிலுள்ள பிராணவாயுவுடன் சேர்ந்து தாமிர-பிராண-ஹரிதகையாக மாறுகிறது. இந்தப் பொருள் அப்ஜனக-ஹரிதகையுடன் சேர்ந்து, தாம்ரிக ஹரிதகையையும் நீராவியையும் கொடுக்கிறது. மறுபடியும், தாம்ரிக-ஹரிதகை முன்போல் மாறுதலையடைகிறது. இம்மாறுதல்கள் திரும்பித் திரும்பி ஏற்படுகின்றன. விகாரத்தைக் கவனிக்குமிடத்து, ஸ்பர்சகர்த்தா தாம்ரிக-ஹரிதகை என்றும், முடிவில் அதன் சங்கலனத்தில் மாறுபாடு ஏற்படவில்லையென்றுந் தெரிகின்றன. விகாரத்தில் தாமிர-பிராண-ஹரிதகை உண்டாகிறது என்றும், அது திரும்பவும் தாம்ரிக-ஹரிதகையாக மாறுகிறது என்றும் கற்பித்துக்கொள்ளுகிகிறோம். சுமார் பத்துநாட்களுக்கெல்லாம் ஸ்பர்சகர்த்தாவின் வீரியம் குறைந்துவிடுகிறது. ஆகையால் பத்துநாட்களுக்கொருதரம் அதை மாற்றவேண்டும். இந்நாளில்

தாம்ரிக-ஹரிதகையுடன் சாதாரண உப்பையுஞ் சேர்த்து உபயோகிக்கிறார்கள். அப்பொழுது மேற்கண்டபடி அடிக்கடி புதிப்பிக்கவேண்டாம். இம்முறைக்கு வேண்டிய அப்ஜனக-ஹரிதகை லெப்ளாங்க் முறையில் (Leblanc process) உபவிளைவாக உண்டாகிறது. இந்த டீகன்முறை, இதற்கு முன் அநுசரிக்கப்பட்ட வெல்டன் முறையை அநேகமாய் ஒழித்துவிட்டது.

[வெல்டன் முறை (1866) ரஸாயன சம்பந்தமாகச் சிறிதளவில் விநோதமாயிருக்கிறது. ஆனதால், அதைப் பற்றிச் சுருக்கிச் சொல்லுவோம். உப்பு, கந்தகத்திராவகம், பூமியிலிருந்து வெட்டியெடுக்கப்படும் மாங்கனஜ-துவி-பிராணை (Pyrolusite) இவைகளைச் சேர்த்து, நீராவியாற் சூடுசெய்ய, ஹரிதகம் வெளியேறும். ஆனால், கொதி-தொட்டியில் விகாரிக்காமல் அதிக அளவுள்ள அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலம் நின்றுவிடும். மேலும், பாதி அமிலம், மாங்கனஜ-ஹரிதகையுண்டாவதில் வீணாகிறது. ஆகையால், கொதி-தொட்டியிலுள்ள திரவத்திற் சுண்ணாம்புக் கற்களைப் போட்டு, அலைக்க, இரும்பு-அப்ஜ-பிராணை அவபதிக்கும். இதை ஒரு தொட்டியிற் படியவைத்துத் தெளிந்த திரவத்தை மற்றொரு தொட்டியிற் குழாயின்மூலஞ் செலுத்தி, அதனுடன் வேண்டிய அளவிற் சுண்ணாம்புக் குழம்பைச் சேர்த்து, அதற்குள், காற்றை வேகத்துடன் ஊடுருவிச் செல்லும்படி ஊதிச் செலுத்தக், கால்ஸிய மாங்கனசஜம் (Calcium Manganite, $CaO\ MnO_2$) அவபதிக்கும். இதனுடன், இன்னுஞ் சிறிதளவு கொதி-தொட்டியிலுள்ள திரவத்தைச் சேர்த்துக் காற்றை ஊத, ($CaO\ 2\ MnO_2$) என்ற சங்கேதத்தையுடைய பொருள் உண்டாகும். கால்ஸிய-மாங்கனசஜத்துடன் சேர்த்து இதையும் ஒரு தொட்டியிற் படியச்செய்ய, கருவிதக் கறுத்த அழல் தங்கும். இதற்கு "வெல்டன் சேறு" (Weldon's mud) என்று பெயர். தெளிந்த திரவம் (கால்ஸிய ஹரிதகை விலயனம்) வெளியே கொட்டிவிடப்படும். வெல்

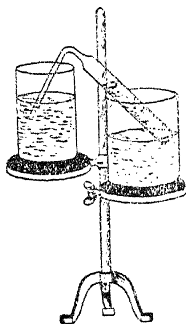
டன் சேறைக் கொதி-தொட்டியிற் சேர்த்து நீராவியாற் சூடுசெய்ய, ஹரிதகமும், மாங்கனசஜ-திரவமும் உண்டாகும். இம்முறையைத் திருப்பித்திருப்பிச் செய்ய, மாறுதல்கள் குறிப்பிட்டபடியே ஏற்படும். இம்முறையில், ஹரிதகம் அதிகமான அளவிற் கால்ஸிய-ஹரிதகையாக வீணுக்கப்படுகிறது.]

டீகன் முறையையும் தற்கால மின்சாரமுறை ஒழித்துவிடும்போலத் தோன்றுகிறது.

பௌதிக-குணங்கள் :—பச்சை மேலாடிய மஞ்சள் நிறமும், மூக்கைத்துளைக்கும் காரமுள்ள மணமும் முகர்ந்தால் இருமலைக்கிளப்பி தொண்டை முதலிய இடங்களில் வேக்காட்டை கொடுக்குங் குணமும் பொருந்திய வாயு ஹரிதகம். அதிக அளவில், அதை முகர்ந்தால் திக்குமுக்காடலும், கடைசியில் மரணமும் ஏற்படும். சென்ற ஐரோப்பிய மகாயுத்தத்தில் இது உபயோகிக்கப்பட்டது. தி.உ. அ. நிலையில் 1000 க.ச.மீ. பருமனுள்ள ஹரிதகத்தின் நிறை 3·22 கிராம். ஏறக்குறைய அது காற்றைவிட 2·45 மடங்கு கனமுள்ளது ; அப்ஜனகத்தைவிட 35·4 மடங்கு கனமுள்ளது ; 0°ச-ல், 6 வாயு மண்டல அமுக்க அளவிலும், 34°ச-ல் ஒரு வாயுமண்டல அமுக்க அளவிலும், அதைத் திரவமாக மாற்றலாம். —102°ச-ல் அது திடமாக மாறும். திட ஸ்திதியிலும் திரவ ஸ்திதியிலும் அதன் நிறம் மஞ்சள். அதன் அவதி-உஷ்ண-நிலை (Critical Temperature) 144°ச ; அவதி அமுக்கநிலை 76·1 வாயுமண்டல அமுக்கங்கள். அதன் கொதிநிலை—34·6°ச ; உருகுநிலை—102°ச. தண்ணீரில் ஹரிதகம் சிறிதளவு கரையும். ஒரு பங்கு தண்ணீரில் 0° ச-ல் 4·61 பங்கும், 20° ச-ல் 2·26 பங்கும் ஹரிதகம் கரையும் (பருமனளவில்). இவ்விலயனத்திற்கு "ஹரிதகத் தண்ணீர்" (Chlorine water) என்று பெயர். இவ்விலயனத்தின் மணம், சுவை முதலிய குணங்களெல்லாம் ஹரிதகத்தின் குணங்கள்மாதிரியே இருக்கின்

றன. ஹரிதகத் தண்ணீரை உறைமிச்ரத்திற் குளிரச்செய்தால் ஹரிதக நீர்ப் பொருள் $Cl_2 8H_2O$ (Chlorine Hydrate) பிரியும்.

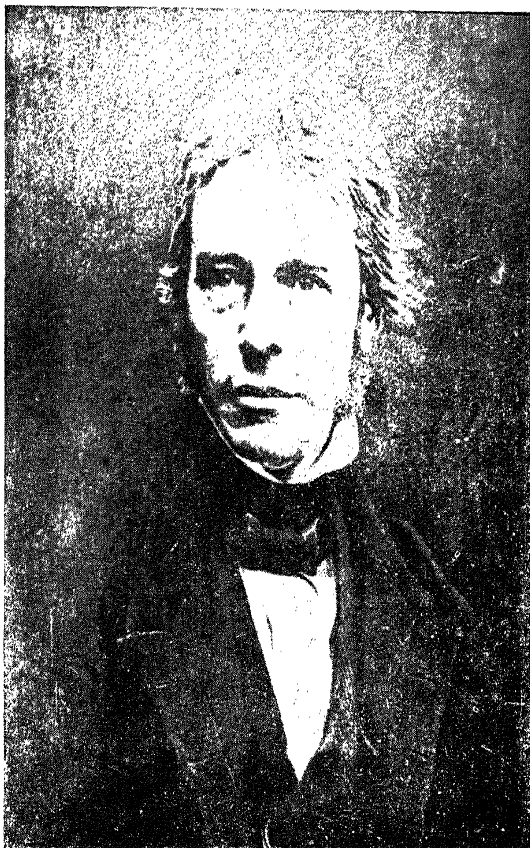
1823-ம் வருஷம் மார்ச்சு மாதம் 5-ம் தேதி. மைகேல் பாரடே உருக்கி அடைக்கப்பட்ட வளைந்த குழாயில், ஹரிதக-நீர்ப்பொருளை எடுத்து அப்பொருளிருக்கும் நுனியைச் சூடுசெய்து, மற்ற நுனியை உறை-மிச்ரத்



ஹரிதகத்தைத் திரவமாக்குதல்.
பாரடே சோதனை.

படம் 79

திற் குளிரச்செய்தார். அச்சமயத்தில் பாரடேயின் எஜமானரான டேவியின் சிநேகிதர், டாக்டர் பாரிஸ் (Dr. Paris) என்பவர் வந்து, பாரடே செய்யும் சோதனைகளைப் பார்த்தார். குழாயினுள், சில எண்ணெய்த் துளிகளிருப்பதைக் கண்டு, அழுக்குள்ள உபகரணங்களை அஜாக்கிரதையாக உபயோகப்படுத்தியதற்காகப் பாரடேயைப் பரிகாசஞ் செய்தார். பாரடே மனம்நொந்தார். மூடப்பட்ட நுனியை அரத்தால் அறுக்க, ஒரு வெடிப்பு ஏற்பட்டு, எண்ணெயும்



மைகேல் பாரடே

(1791—1867)

[அனுமதியுடன்]

மறைந்தது. திரும்பவும் சோதனையைச் செய்துபார்த்து, மறுநாள் காலையில் டாக்டர் பாரிஸுக்குச் சுருக்கமான ஒரு கடிதத்தை அனுப்பினார். அதன் மொழிபெயர்ப்பு :—

“ அன்பார்ந்த ஐயா,

நீங்கள் நேற்றுக் கண்ட எண்ணெய் ஹரிதகத் திரவமே.

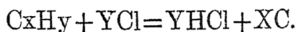
தங்களால் நம்பப்படத்தக்க,

மைகேல் பாரடே.”

இந்நாளில் பல விஷயங்களுக்கு உபயோகமாயிருக்கும் ஹரிதகத்தைத் திரவமாக்கி எஃகுக் குண்டுகளில் (Syphons) அடைத்து விற்கிறார்கள். ஹரிதகத்தை முற்றிலும் ஈரமறச் செய்தபின்பே திரவமாக்கி அடைக்க வேண்டும். ஏனெனில் ஈரம்பொருந்திய ஹரிதகம் எஃகை அரிக்குங் குணமுடையது.

ரஸாயன குணங்கள் :—அதிகமாய்ச் சுத்திசெய்யப்பட்ட நிலையிலும், துளியேனு மீரமில்லா நிலையிலும் ஹரிதகம் மந்தகுணம்பொருந்தியுள்ளது விந்தையே. ஆனால், சாதாரணமான நிலையில் அது மிகவும் சுறுசுறுப்பாயும், தீவிரமாயும் ரஸாயன விகாரங்களிற் கலந்துகொள்ளுந் தன்மையுடையது. அது எரிபொருளுமன்று ; எரிய உதவி பண்ணுகிற பொருளுமன்று. எரிகொள்ளியை அந்த வாயுவில் தணிக்க அது அணைந்துவிடும். ஆனால், ஒரு எரியும் மெழுகுதிரியை அந்த வாயுவுள்ள ஜாடியில் தணிக்க, மெழுகுதிரி புகைந்துகொண்டு எரியும். ஒரு வடிதாள்-துண்டை இளஞ்சூடுள்ள கர்ப்பூரத் தைலத்தில் (Turpentine) நனைத்து அந்த வாயுவிற் போட, அது எரியும். ஜாடிக்குள் புகை அடர்ந்திருக்கும். அப்புகை அப்ஜனக-ஹரிதகை உண்டாவதாலேற்படுவது. மெழுகுதிரி, கர்ப்பூரத்தைலம் இவை அப்ஜ-இங்காலாதிகள் (Hydro-Carbons). அதாவது, அவைகளில் கரியும் அப்ஜனகமுமே

இருக்கின்றன. அப்ஜனகத்துடன் ஹரிதகம் சேர்ந்து அப்ஜனக-ஹரிதகையாக மாறிக் கரியை விலக்கும்.



$$CxHy+YCl=YHCl+XC.$$

ஹரிதகத்துக்கும் அப்ஜனகத்துக்குமுள்ள நாட்டம் இதனால் வெளியாகிறது.

ஜாடிக்குள் கறுப்பாய்ப் படிந்திருப்பவை கரித்தூளுக்குகள். அப்ஜனக-ஹரிதகை யுண்டாயிருப்பதைக் காண்பிக்க, ஜாடிவாயின் சமீபத்தில் அமோனியா-திராவகத்தில் நனைத்த கண்ணாடிக் குச்சியைக் கொண்டுவரவும். ஒரு வெள்ளைப் புகை யுண்டாகும். அமோனியாவும் அப்ஜனக-ஹரிதகையுஞ் சேர்ந்து விகாரிக்கும்பொழுது இவ்வெள்ளைப் புகை யுண்டாகும். ஹரிதகம் நேராகப் பிராணவாயுவுடனாவது, பாக்கியஜனகத்துடனாவது, கரியுடனாவது சேருவதில்லை. ஆனால், அநேக உலோகங்களும் அலோகங்களும் ஹரிதகத்துடன் சாதாரண உஷ்ண நிலையிலேயே ஐக்கியமாகும். அச்சமயம் விகாரம் வீரியத்துடன் நடப்பதால் சுடர் தோன்றும். ஸோடியத் துண்டை அல்லது பொட்டாஸியத் துண்டை எரி தொடத்தில் வைத்து, ஹரிதக-ஜாடியில் தணிக்க, உலோகம் பற்றி எரிந்து உப்பாகமாறும். மெல்லிய தாமிரத் தகடுகளையோ, பித்தளைத் தகடுகளையோ, ஒரு ஹரிதக ஜாடியில் போட்டு, வாயைத்தேய்த்த கண்ணாடித் தகட்டால் மூடிக் குலுக்கினால்அவற்றின் ஒளி மங்கிவிட அவை சாம்பல்போல் மாறும். சிவந்த தாமிரத்தகடு, வெளுத்த தாம்ரச-ஹரிதகையாக மாறும். பாஷாணத் தூளையோ, அஞ்சனத் தூளையோ, பிஸ்மதத் தூளையோ, ஹரிதகமுள்ள ஜாடியில் தூவ, அவையொவ்வொன்றும் ஹரிதகத்துடன் ஐக்கியமாகி அக்கினி மழைபோலெரிந்து உரிய த்ரி-ஹரிதகையாக மாறும். அங்கு, விகாரத்தில் சூட்டையும், வெளிச்சத்தையும், அடர்ந்த வெள்ளைப் புகையையுங் காணலாம்.



$$2\ As+3\ Cl_2 \rightarrow 2\ AsCl_3$$

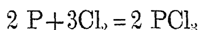


$$2\ Sb+3\ Cl_2 \rightarrow 2\ SbCl_3$$



$$2\ Bi+3\ Cl_2 \rightarrow 2\ BiCl_3$$

வெள்ளை-பாஸ்வரத்துண்டை ஒரு எரிதொட்டித்தி லெடுத்து, ஹரிதகமுள்ள ஜாடியில் தணிக்கப் பாஸ்வரம் பற்றி எரிந்து, பாஸ்வர-த்ரி-ஹரிதகையாக மாறும். சிறிது பஞ்ச-ஹரிதகையும் PCl_5 உண்டாகும்.

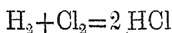


$$2\ P+3Cl_2=2\ PCl_3$$

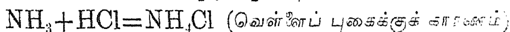
ஹரிதகம் இங்கால-ஏக-பிராணையுடன் நேராக ஒன்று கூடி பாஸ்ஜீன் (Phosgene) அல்லது இங்காலல்-ஹரிதகை யாக $COCl_2$ (Carbonyl Chloride) மாறும். கந்தக-துவி-பிராணையுடனும் அவ்விதம் கூடி கந்தகைல்-ஹரிதகையாக SO_2Cl_2 (Sulphuryl Chloride) மாறும். ஸ்பர்ச கர்த்தாக் கள் மேற்கண்ட விகாரங்கள் துரிதமாய் நடப்பதற்குச் சாதகமாயிருக்கும்.

சூரிய வெளிச்சத்திலோ அல்லது செயற்கை வெளிச் சத்திலோ, அப்ஜனகம் ஹரிதகத்துடன் வெகு வீரியத்து டன் சேரும். விகாரத்தில் வெடியும் ஏற்படும். அறைக்குள் வியாபித்த வெளிச்சத்தில் (Diffused Light) மேற்கண்ட விகார மேற்படுவதில்லை. ஆனால், கலவையைக் கொளுத்தி விட்டால், வெடியுடன் இரண்டும் ஒன்றுசேரும்.

கெட்டிக் கண்ணாடித் தகட்டாற் செய்யப்பட்ட சோதனைக் குழாயில் ஒரு பாதியளவு அப்ஜனகத்தையும், மற்றொரு பாதி ஹரிதகத்தையும் சேகரித்துக் குழாயின் வாயை (நன்றாய் அமுக்காமல்) ஒரு தக்கையாலடைத்துக் குழாயை, இரும்புக்காலினுள்ள பிடியில் அமைக்கவும். மாக்னீஸிய நாடாவின் ஒரு நுனியை மூசைக் குறட்டால் எடுத்து, மற்றொரு நுனியைக் கொளுத்திப் பிரகாசமா யெரியும் மாக்னீஸியத்தைச் சோதனைக் குழாய்க்குச் சமீபத் திற் கொண்டுவர, "டபார்" என்ற சத்தங் கேட்கும். தக்கை மேலே தூக்கி எறியப்படும். அமோனியாச் சீசாவைச் சோதனைக் குழாயின் வாயண்டை கொண்டுவர, வெள்ளைப்புகை உண்டாகும். அப்ஜனக-ஹரிதகை உண் டாவதை இச்சோதனை காட்டுகிறது.



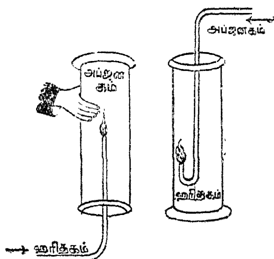
$$H_2+Cl_2=2\,HCl$$



$$NH_3+HCl=NH_4Cl$$ (வெள்ளைப் புகைக்குக் காரணம்)

விகாரத்தின் தீவிரமும், சப்தத்தினளவும், வெளிச்சத்தின் கடுமையைப் பொறுத்திருக்கின்றன. சூரிய வெளிச்சத்திலும் மேற்கண்ட சோதனையைச் செய்யலாம்.

இச்சோதனையால், அப்ஜனகமும் ஹரிதகமும் ஒன்றோடொன்று தீவிரமாக ஸம்யோகிக்குமென்று தெரிய வருகிறது. (இது உஷ்ணம் வெளிவிடும் விகாரம்). 80-வது படத்திற் காட்டியபடி, விடுகுழாயின் காம்பின் வழியாக



ஹரிதகத்தை அப்ஜனகத்திலும், அப்ஜனகத்தை
ஹரிதகத்திலும் எரித்தல்.

படம் 80

வரும் அப்ஜனகத்தைக் கொளுத்து. அச்சுடரை ஹரிதகமுள்ள ஜாடியில் தணிக்க, அப்ஜனகம் அணையாமல் எரிந்து கொண்டிருக்கும். அப்ஜனக-ஹரிதகை யுண்டாகி வெண் புகைபோல் வெளியேறும். அதேவிதமாக, ஒரு வாயு ஜாடியில், அப்ஜனகத்தைத் தயாரித்துத் தலைகீழாய் வைத்து, அப்ஜனகத்தைக் கொளுத்தி, ஜாடிக்குள், ஹரிதகம் வந்துகொண்டிருக்கும் கண்ணாடிக் குழாயை நுழைக்க, ஹரிதகம் பற்றி எரியும். ஆகையால், அப்ஜனகம் ஹரிதகத்திலும், ஹரிதகம் அப்ஜனகத்திலும்

எரியுமென்று வெளியாகிறது. அப்ஜனகம் எரிபொருளா யிருக்கும்பொழுது ஹரிதகம் எரிய-உதவிபண்ணுகிற பொருளாயும், ஹரிதகம் எரி-பொருளாயிருக்கும் பொழுது, அப்ஜனகம் எரிய-உதவிபண்ணும் பொருளா யும் இருக்கின்றன. ஆகையால், எரிவது, எரிய உதவி பண்ணுவது, என்ற இரண்டு தன்மைகளும் பரஸ்பரம் மாறக்கூடியவைகளாக இருக்கின்றன.

ஹரிதகம் ஒரு வர்த்தனி

ஈரமுள்ள ஹரிதகமும், ஹரிதகத் தண்ணீரும் அதி கச் சக்திவாய்ந்த சலவைப் பொருள்கள். நீலிச்சாய விலயனத்திலோ, லிட்மஸ் விலயனத்திலோ, ஹரிதகத் தைச் செலுத்த, நிறம் உடனே மாறி, நிறமற்ற விலயனந் தோன்றும். அல்லது, ஒரு ஹரிதகமுள்ள வாயு ஜாடியில், ரோஜாப் புஷ்பம், அரளி, தங்கரளி, பச்சை இலை இவைகளைப் போட்டுக் குலுக்க, அதிசீக்கிரமாய், நிறங் குலைந்து அவை எல்லாம் வெளுத்துவிடும். ஈரமே இல் லாதசமயத்தில், இச்சலவைக் குணம் ஹரிதகத்திற்குக் கிடையாது. ஒரு வாயு ஜாடியில் ஹரிதகத்தைச் சேகரித்து, ஜாடியினடியிற், சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தை ஊற்றி வாயை மூடி, ஒரு மணி நேரம் வைத்திரு. சிவப்புச் சாயத்தில் தோய்த்த ஒரு துணித்துண்டை நன்கு யுலர்த்தி, அதை ஈரம் வாங்கியில் ஒரு மணி நேரம் வைத்திருந்த பிறகு, அத்துணியை மேற்கண்ட சுண்டின கந்தகத் திராவகத்தின்மேல் நிற்கும் ஹரிதகத்தில் தொங்க விடச், சாயம் வெளுக்காது. இத்துண்டைச் சிறிதளவு நனைத்தோ அல்லது புதிதாய்த் தயாரித்த, அதாவது, சற்று ஈரமுள்ள ஹரிதகத்தை எடுத்தோ சோதனையைத் திருப் பிச் செய்துபார். சாயம் வெளுத்துவிடும். இச்சோதனை கள் எதைத் தெரிவிக்கின்றன? சலவை விகாரத்திற்குத் தண்ணீர் முக்கியம் என்பதைத் தெரிவிக்கின்றன. இச் சலவைக்குக் காரணமாயிருப்பது பிராணவாயு. பிராண

வாயு எங்கிருந்து வருகிறது? ஹரிதகத் தண்ணீரை வெயிலில் வைக்கப் பிராண வாயு வெளி வந்ததென்று முன்பு கண்டோம். ஆகையால் ஹரிதகம் தண்ணீரிற் கரையும்பொழுது அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலமும், உப-ஹரிதசாமிலமும் (Hypochlorous Acid) உண்டாகின்றன. இது ஒரு விபரீத விகாரம்.



$$Cl_2 + H_2O \rightleftarrows HCl + HClO.$$

உப-ஹரிதசாமிலம் பிரிந்து அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தையும், பிராணவாயுவையுந் தருகிறது.



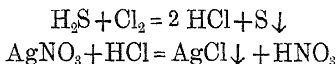
$$HClO \rightarrow HCl + (O)$$

இந்தப் பிராணவாயு, ஜனனகாலத்தில் மிக வீரியம் பொருந்தியது. இது சாய நிறங்களுடன் சேர, வெளுத்த பொருள்கள் உண்டாகின்றன. ஆகையால் "ஹரிதகம், பிராண வாயுவைக் கொண்டிராவிட்டாலும், பிராணீகரணத்திற்குக் காரணமாயிருக்கிறது" என்று சொல்லப்படுகிறது. அதிற் பிராண வாயு இல்லாவிட்டாலும் அது தண்ணீரிற் கரைந்தவுடனே, எளிதிற் பிராண வாயுவை வெளியிடக் கூடிய உப-ஹரிதசாமிலத்தைக் கொடுக்கிறது. இவ்வமிலமே சலவைக்குக் காரணமாயிருக்கிறது.

அநேக சேதன வஸ்துக்கள் ஹரிதகத்தைத் தொட்டு நிற்க, சில ரஸாயன விகாரங்களேற்பட்டுப் பழுதடையும். ஹரிதகத் தண்ணீரில் நனைத்த பருத்திச் சேலை, சணற் சீலை முதலியவற்றை உடனே கழுவாமல் காயவிட்டால் அவை சீக்கிரத்திற் பழுதடையும். பட்டாடைகளை வெளுக்க ஹரிதகத்தை உபயோகிக்கக்கூடாது.

ஹரிதகம் வர்த்தனி என்பதைக் காட்ட, அதை அப்ஜனக-கந்தகை விலயனத்திற் செலுத்து. கந்தகம் பிரிந்து அவபதிக்கும். கந்தகத்தை வடிகட்டி, வடிநீரைத் இரஜத-பாக்கியமிகஜத்தாற் சோதிக்க, விலயனம் பால்

போல் வெளுத்து ஒரு அவபதிதமும் உண்டாகும். அதில் அப்ஜனக-ஹரிதகை இருக்கிறதென்று இச்சோதனை காட்டுகிறது.

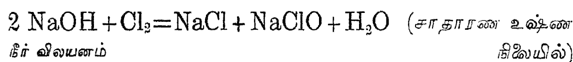


$$H_2S + Cl_2 = 2\,HCl + S\downarrow$$
$$AgNO_3 + HCl = AgCl\downarrow + HNO_3$$

அப்ஜனக-கந்தகையிலிருந்து அப்ஜனகம் விலக்கப் படுவதால் இவ்விகாரம் பிராணீகரணத்தைச் சேர்ந்ததே.

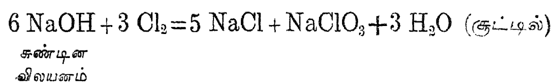
சாதாரண-மையால் எழுதிய எழுத்துக்கள் ஹரிதகத்துடன் சம்பந்தப்பட, மறையும். ஆனால் அச்சு-மை-எழுத்துக்கள் மாறுதலை அடையா. சாதாரண-மை சாயங் கலந்தது. அச்சு-மையிற் கரித்துளிகளிருக்கின்றன. கரியுடன் ஹரிதகம் சாதாரணமாக விகாரிப்பதில்லை.

ஹரிதகம் க்ஷாரங்களுடன் விகாரித்து விகார-நிலைக்கொத்தவாறு பல பொருள்களைக் கொடுக்கும். இதைப் பற்றிப் பின்னால் விவரிப்போம்.



$$2\,NaOH + Cl_2 = NaCl + NaClO + H_2O$$ (சாதாரண உஷ்ண நிலையில்)

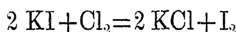
நீர் விலயனம்



$$6\,NaOH + 3\,Cl_2 = 5\,NaCl + NaClO_3 + 3\,H_2O$$ (சூட்டில்)

சுண்டின விலயனம்

பொட்டாஸிய-பாடலகை விலயனத்தில் ஹரிதகத்தைச் செலுத்த விலயனஞ் சிவப்பாக மாறும்.



$$2\,KI + Cl_2 = 2\,KCl + I_2$$

அதில் பசைமா விலயனத்தை ஊற்ற விலயனம் நீலமாக மாறும். ஹரிதகம் பாடலகத்தை விலக்குமென்பது இதிலிருந்து தெரியவருகிறது. பசைமா-பாடலகைக் காகிதத்துண்டுகொண்டு (Starch-iodide paper) ஹரிதகத்தைச் சோதிக்கலாம். இது ஒரு பிராணீகரண விகாரம்.

உபயோகங்கள் :—ஹரிதகம் தொத்து வியாதிக்குக் காரணமாயிருக்கும் கிருமிகளையெல்லாம் நாசம் செய்யக்

கூடிய தன்மை பொருந்தியது. ஆகவே, தண்ணீரைச் சுத்தி செய்வதற்கு இது மிகவும் உபயோகமுள்ளது. சென்னைப் பட்டணம் முதலிய பெரிய நகரங்களில், தண்ணீரை இம் முறையிலேயே சுத்திசெய்கிறார்கள். போர்க்களங்களில் போர்வீரர்களுக்குக் கொடுக்கப்படும் குடிதண்ணீர் இம் முறையிலேயே சுத்திசெய்யப்படுகிறது. சலவைச் சூரணம் செய்வதிலும், தங்கந் தயாரிப்பதிலும், காகிதம் செய்யும் முறையிலும், இரக்தகம், பாடலகம் இவைகளைத் தயாரிப்ப திலும், ஹரிதகத்தை உபயோகிக்கிறார்கள். 1927-ம் வருஷத்தில் அமெரிக்காவில் மாத்திரமே 143205 டன் ஹரிதகம் தயாரிக்கப்பட்டது. இதிலிருந்தே இதன் உபயோகத்தை நன்குணரலாம். இன்னும் சேதன பதார்த்தங்களிலிருந்தும் நோதிகளிலிருந்தும் எழும்பும் துர்நாற்றங்களையும், விஷக் காற்றுக்களையும் ஹரிதகம் அழிக்கும். கர்ப்பூரம், சாம்பிராணி முதலியவைகளின் புகைபோல் நற்கந்தகத்தை வீசி துர்க்கந்தகத்தை மறைக்காமல் மேற்சொல்லிய கெட்ட பொருள்களை முற்றிலும் அழிக்கும். நாற்றத்தை அகற்றுவதற்கு ஹரிதகத்தை மெத்த அவதானமாய் வழங்கவேண்டும். அதிக அளவில் அதை அறைகளிற் புக விடத் தீங்குநேரிடும்.

அப்ஜனக-ஹரிதகை (Hydrogen Chloride)

சரித்திரம் :— இதுவரையில், ஜிபரே (Geber) உப்புத் திராவகத்தை, ஏன், கனிஜ-அமிலங்களையெல்லாம் (Mineral acids) முதன் முதலில் தயாரித்தவர் என்ற அபிப்பிராயம் மேல்நாட்டில் இருந்துகொண்டுவருகிறது. ஏனென்றால், ஜீபர் எழுதிய நூல்களில் இம்முறைகள் காணப்படுகின்றன. பதின்மூன்றும் நூற்றாண்டுக்கு முன்பு, அராபியர்களுக்கும் மேல்நாட்டு ரஸவாதிகளுக்கும் இப்புளிப்புத் திராவகங்களைத் தயாரிக்கும் முறைகள் தெரியாதென்று பெர்திலோ (Berthelot) என்ற ரஸாயன ஞானி சொல்லியிருக்கிறார். "ரஸார்ணவம்" என்ற ஓர் இந்திய சாஸ்

திர-நூலில் இத்திராவகங்கள் செய்யும் முறைகளெல்லாம் கூறப்பட்டிருக்கின்றன. இக்கனிஜ-அமிலங்களைக் குறிக்கவே "திராவகம்" என்ற பதம் சிருஷ்டிக்கப்பட்டதென்று தோன்றுகிறது. திராவகம் என்றால் கரைக்குந்தன்மை பொருந்தியதென்று பொருள். தொழில் முறைகளில் இத்திராவகங்களை அக்பர் அரசாட்சிக்கு முன்னமேயே உபயோகிக்க ஆரம்பித்தனரென்றுந் தெரியவருகிறது. எயின்ஸ்லே (Ainslie) என்பவர், நமது தமிழ்நாட்டில் சித்த வைத்தியர்கள் உப்புத்திராவகத்தைத் தயாரிக்க எம்முறையை உபயோகித்தனரென்பதை எழுதியிருக்கிறார்:— "சாதாரண உப்பு எட்டெடையையும், சீனிக்காரம் 6 எடையையும் கொள்ளிலிருந்து தயாரித்த புளித்தண்ணீருடன் சேர்த்துக் காய்ச்சி வடி." 1644-ம் வருஷம், பேசில் வாலன்டைன் (Basil Valentine) என்பவர் சாதாரண உப்பையும் அன்னபேதியையும் (Green Vitriol) காய்ச்சி வடித்து, அவ்வமிலத்தை அடைந்ததாகத் தெரியவருகிறது. க்ளாபர் (Glauber) என்பவர் கல்லுப்பைக் கந்தகத் திராவகத்துடன் காய்ச்சி வடித்து அவ்வமிலத்தைத் தயாரித்தார் (1648). நவச்சாரத்தை (Sal Ammoniac) கந்தகத்திராவகத்துடன் கலக்கத், தண்ணீரில் வெகு எளிதாய்க் கரையக்கூடிய ஒரு வாயு வெளிக்கிளம்பியதை ஸ்டீபன் ஹேல்ஸ் (Stephen Hales) என்பவர் குறித்தார் (1727). ஜோஸப் ப்ரீஸ்ட்லீ என்பவர் இவ்வாயுவைப் பாதரஸத்துக்குமேற் சேகரித்து (1772) அதற்குச் "சமுத்திரத் திராவகக் காற்று" (Marine-acid-air) என்று பெயரிட்டார்.

சம்பவம்:—எரிமலை கக்கும் அக்கினிப் பிரவாகத்தில் அப்ஜனக-ஹரிதகை சிறிதளவிலும் நமது இரைப்பையிலுள்ள (அன்னகோசத்திலுள்ள) ஜாடராக்னி நீரில் (Gastric juice) இது 0·2 % அளவிலும் இருக்கிறது.

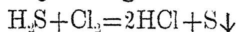
தயாரித்தல் :— அப்ஜனகம் சேர்ந்த பொருள்களைத் தயாரிக்க நான்கு முறைகளுண்டு. அவற்றுளொவ்வொன்றும் அப்ஜனக-ஹரிதகையைத் தயாரிக்க எவ்வளவிற் பிரயோசனமுள்ளது என்று கவனிப்போம்.

முதல் முறை :— நேர் ஸம்யோகம். அப்ஜனகத்தையும் ஹரிதகத்தையுஞ் சேர்த்துச் சூரிய வெளிச்சத்திலோ, செயற்கை வெளிச்சத்திலோ காட்ட, இரண்டும் ஐக்கியமாகி, அப்ஜனக-ஹரிதகையுண்டாகும் என்று முன்பே கவனித்துள்ளோம். ஆனால் அதிக அளவில் இப்பொருளைச் செய்ய இம்முறை சரியானதன்று. அப்ஜனக-ஹரிதக வாயுமிச்ரத்தைக் கொளுத்தி எரியவிட அப்ஜனக-ஹரிதகை யுண்டாகும். $H_2+Cl_2=2HCl$.

இரண்டாவது முறை :— அப்ஜனகங் கொண்ட பொருளை வேண்டிய தனிப்பொருளால் தாக்குதல் :—

(1) ஹரிதகம் கரைந்த தண்ணீரைச் சூரிய வெளிச்சத்திற் காட்டினால், அப்ஜனக-ஹரிதகை உண்டாகும். இம்முறை தாமதமுள்ளதுமன்றி அப்ஜனக-ஹரிதகை-விலயனமே உண்டாகிறது.

(2) ஹரிதகத்தை அப்ஜனக-கந்தகை கரைந்த தண்ணீரிற் செலுத்தக், கந்தகம் அவபதித்து, அப்ஜனக-ஹரிதகை விலயன முண்டாகும்.



$$H_2S+Cl_2=2HCl+S\downarrow$$

(3) கர்ப்பூரத் தைலம் முதலிய அப்ஜ-இங்காலாதிகளுடன் ஹரிதகத்தை விகாரிக்கச் செய்ய, அப்ஜனக-ஹரிதகை யுண்டாகும்.

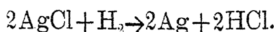


$$8Cl_2+C_{10}H_{16}=10C+16HCl$$

இம்முறையும் அதை அதிக அளவில் தயார் செய்வதற்குத் தகுதியற்றது.

மூன்றாவது முறை :— இரண்டாவது முறைக்கு விபரீதமானது. அதாவது, வேண்டிய தனிப்பொருள் கொண்ட

பொருள்களை அப்ஜனகம் கொண்டு விகாரிக்கச் செய்தல். இளஞ் சூடுள்ள இரஜத-ஹரிதகை முதலியவற்றின் மேல் அப்ஜனகத்தைச் செலுத்த, அப்ஜனக-ஹரிதகை உண்டாகும்.



$$2AgCl + H_2 \rightarrow 2Ag + 2HCl.$$

இம்முறை மிகச் செலவு பொருந்தியதாயிருக்கிறது. ஆகையால் இதுவும் சாத்தியமானதன்று.

நான்காவது முறை:—துவி-விபகலனம் அல்லது பரஸ்பர-வியோகம் (Double decomposition). அதாவது, அப்ஜனகஞ் சேர்ந்த பொருளையும் வேண்டிய தனிப் பொருளமைந்த பொருளையும் சேர்த்து விகாரிக்கச் செய்தல். இம்முறை, அப்ஜனக-ஹரிதகையைத் தயாரிக்கச் சரியானது. அப்ஜனகஞ் சேர்ந்த பொருள் கந்தகிகாமிலம். ஹரிதகமமைந்த பொருள் சாதாரண-உப்பு. இவ்விரு பொருள்களும் சாதாரணமாக அதிக அளவிற் கிடைப்பவை. இவ்விரண்டையுஞ் சேர்த்துச் சூடு செய்ய, அப்ஜனக-ஹரிதகை எளிதில் உண்டாகும்.



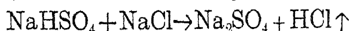
$$NaCl + H_2SO_4 = NaHSO_4 + HCl\uparrow.$$



$$2NaCl + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2HCl\uparrow.$$

அதிக அளவிற் கந்தகிகாமிலத்தை உபயோகிக்குங்காலும் சாதாரணச் சூட்டிலும் முதற் சமீகரணத்திற் காட்டியபடி விகாரம் நடக்கும். அங்கு அப்ஜனக-ஹரிதகை வாயு வெளியேறும்; ஸோடிய அப்ஜனக-கந்தகிகஜம் ($NaHSO_4$) உண்டாகும். முன்னால் ஹரிதகத்தைத் தயாரிக்க உபயோகப்படுத்திய உபகரணத்தை (76-ம் படத்திற் காட்டியபடி) ஜோடித்து, உருண்டைக் கூஜாவில், உப்பையும் கந்தகிகாமிலத்தையும் எடுத்து, இளஞ் சூடுசெய்ய, அப்ஜனக-ஹரிதகை ஒரே அளவில் வெளிவரும். அதைச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்திற் செலுத்தி, ஈரம்போகச் சுத்திசெய்யலாம். ஸோடிய-அப்ஜனக-கந்தகிகஜத்துடன்

சாதாரண உப்பைச் சேர்த்துச் சூடுசெய்ய, அப்ஜனக-ஹரிதகையும் ஸோடிய-கந்தகிகஜமுமுண்டாகும்.



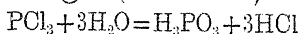
$$NaHSO_4+NaCl \rightarrow Na_2SO_4+HCl\uparrow$$

இன்னும், வேண்டிய அளவில் அதைத் தயாரிக்க ஒரு சீசாவில் சாதாரண உப்பையும், சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தையுமெடுத்து, அடைப்பான் கொண்ட புனலிலிருந்து சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தைச் சொட்டச்செய்ய, அப்ஜனக-ஹரிதகை வாயு விடுகுழாய் வழியாய் வெளியேறும் (படம் 77). கந்தகிகாமிலம் சொட்டுவதை நிறுத்த, அப்ஜனக-ஹரிதகை வெளிவருவதும் நின்று விடும். அல்லது, கிப்-யந்திரத்தின் நடுக்கோளத்தில் நவச்சாரக் கட்டிகளைப்போட்டுச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் சேரும்படிசெய்ய, அப்ஜனக-ஹரிதகை எளிதில் வெளிவரும். இச்சமயம் நடுக்கோளம் குளிர்ந்திருக்கும்.

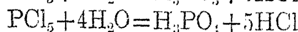
பொதுவாய்ச் சொல்லுமிடத்து எந்த ஹரிதகையையும் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் கலந்து சூடு செய்ய அப்ஜனக-ஹரிதகை யுண்டாகும். இரஸிக-ஹரிதகையைச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் கலந்து சூடுசெய்ய விகாரம் மிக மந்தமாகவே செல்லுகிறது. ஹரிதகையின் கரைமானத்துக்கு ஒத்தே விகார வீரியமும் இருப்பதாகத் தெரியவருகிறது. கரையாத-ஹரிதகையை உபயோகிக்க விகாரம் மிகமிக மெதுவாகவே நடக்கும்.

கந்தகிகாமிலத்திற்குப் பதிலாக பாஸ்வரிகாமிலத்தை உபயோகித்தும் மேற்கண்ட சோதனைகளைச் செய்யலாம். இங்கு விகாரம் மெதுவாகவே செல்லும்.

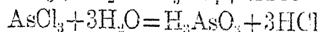
அலோக-ஹரிதகைகளையாவது அமில-ஹரிதகைகளையாவது (acid chlorides) தண்ணீரால் தாக்க அப்ஜனக-ஹரிதகையுண்டாகும். (நீர்-வியோகம்).



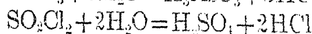
$$PCl_3+3H_2O=H_3PO_3+3HCl$$



$$PCl_5+4H_2O=H_3PO_4+5HCl$$



$$AsCl_3+3H_2O=H_3AsO_3+3HCl$$



$$SO_2Cl_2+2H_2O=H_2SO_4+2HCl$$

இவ்வாயுவைக் காற்றை மேல்-நோக்க-விலக்கு முறையால் ஜாடிகளிற் சேகரிக்கலாம். சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தால் அதைக் கழுவ, அதன் ஈரம் வாங்கப்படும்.

தொழில் முறைகள்

(1) உப்புக்கட்டி முறை (Salt-Cake-Process):—

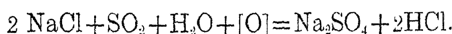
பின்னால், ஸோடா உப்பைத் தொழில் முறையில் தயாரிப்பதைப்பற்றிக் கவனிக்கும்பொழுது இதைப்பற்றி விவரமாகக் கூறுவோம். அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலம் இம் முறையில் உப-விளைவு. உப்பைக் கந்தகிகாமிலத்துடன் கலந்து சூடு செய்ய, அப்ஜனக-ஹரிதகை வெளிவரும். இது கரித்துண்டுகள் நிறைந்த ஒரு ஸ்தூபியின் அடிவழியிற் புகுந்து மேலே செல்லும். மேலிருந்து தண்ணீர் விடப்பட்டு மெதுவாகக் கீழே இறங்கும். தண்ணீர் இவ்வாயுவைக் கரைக்கும். அங்கு உண்டாகும் விலயனம் கீழமைக்கப்பட்ட கிரஹணீ பாத்திரங்களில் வந்து விழும். இவ்விலயனத்தைத் திரும்பவும் ஸ்தூபியின் மேலிருந்து சொட்டவிட, அப்ஜனக-ஹரிதகையை இன்னுங் கரைத்துக்கொள்ளும். கீழேவந்து வடியும் அமில விலயனத்தின் வீரியமும் அதிகமாகும். இவ்விதந் தயாரித்த சுண்டின அமிலத்தில் 43% அப்ஜனக-ஹரிதகை காணப்படும்.

இத்தொழில் முறை அமிலத்திற் காணப்படும் அசுத்தங்களில் முக்கியமானவை ஹரிதகம், அபிக-ஹரிதகை, கந்தக-துவி-பிராணை, பாஷாண-ஹரிதகை, கந்தகிகாமிலம், உப்பு. இவற்றினின்று அமிலத்தைச் சுத்தி செய்வது சிரமமான காரியமே. சுத்தமான பொருள்களை முதலிலெடுத்துக் காரியத்தை நடத்துவதே மேல்.

(2) ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையைச் சாதாரண உப்பிலிருந்து மின்சார முறையால் தயாரிக்கும்பொழுது உபவிளைவுகளாக வெளியேறும் அப்ஜனகம் ஹரிதகம் என்ப

வற்றை, ஒரு விசேஷ உலையிலெரித்துத் தண்ணீரிற்கரைத்து அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தை (உப்புத்திராவகத்தை) தயாரிக்கிறார்கள்.

(3) ஹார்க்ரீவ்ஸ் முறை :—(Hargreaves' Process) காற்று, கந்தக-துவி-பிராணை, நீராவி, இவை சேர்ந்த கலவையை உப்பின்மேல் தாக்கவிட, அப்ஜனக-ஹரிதகை யுண்டாகும்.

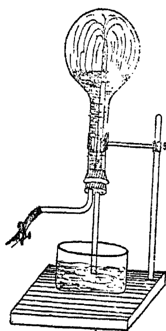


$$2\,NaCl + SO_2 + H_2O + [O] = Na_2SO_4 + 2HCl.$$

விகாரம் செல்லச் செல்ல, உஷ்ணமுண்டாகி, விகாரம் தொடர்ச்சியாய் நடக்கும். ஆகையால், விறகுங் கரியும், மிச்சப்படும். கந்தகத்திராவகமும் வேண்டாம். திராவகத்தைச் செய்யவேண்டிய பெரிய ஸீஸ அறைகளும் தேவையில்லை.

பௌதிக குணங்கள் :—இது நிறமற்ற வாயு. மூக்கைத் துளைக்கும்படியான காரமணமுள்ளது. காற்றைவிட 1·26 பங்கு அதிக கனமுள்ளது. அதன் ஆவி திண்மை 18·3 (அப்ஜனகம்=1). ஒரு லீட்டர் வாயு தி.உ.அ நிலையில் 1·6392 கி. நிறையுள்ளது. இவ்வாயு காற்றுடன் சம்பந்தப்பட்டால் அதிக அளவிற் புகையும். காற்றில் நீராவி யிருப்பதாலேயே, இத்தோற்றத்தைக்காண்கிறோம். இவ்வாயுவைக் குளிரச்செய்து, அமுக்கினால், இது திரவமாக மாறும். அப்ஜனக-ஹரிதகை-திரவம் –83° ச-ல் வாயுமண்டல அமுக்கநிலையிற் கொதிக்கும். 0° ச-ல் அதன் ஆவி அமுக்கம் 26 வாயு மண்டல அமுக்கங்கள். அதன் அவதி உஷ்ண நிலை 52° ச அவதி அமுக்க நிலை 86 வாயுமண்டல அமுக்கங்கள். ஆகையால், சாதாரணமாய் நம் சோதனைச் சாலையின் உஷ்ண நிலையிலே அமுக்கத்தினாலேயே இதைத் திரவமாக்கிவிடலாம். திரவத்தைக் குளிரச்செய்ய, அது திடபதார்த்தமாய் மாறும். அது –111·4° ச-ல் உருகும். இதன் முக்கியமான குணம் என்னவென்றால் இது தண்ணீரில் வெகு ஆவலுடன் கரையும்.

அப்ஜனக-ஹரிதகை தண்ணீரில் ஆவலுடன் கரைவதை, 81-வது படத்திற் காட்டிய உபகரணங்கொண்டு காண்பிக்கலாம். உருண்டைக் கூஜாவில் இரண்டு துளையுள்ள ரப்பர்த்தக்கை அமைந்திருக்கிறது. அத்துளைகளுள் ஒரு துளைவழியாக ஒரு நீளக்குழாயும், மற்றொரு துளைவழியாக ஒரு சிறு குழாயும், செருகப்பட்டிருக்கின்றன. இவ்விரண்டு குழாய்களுக்கும் தக்கைகளுண்டு. அல்லது சிறு குழாயை ரப்பர்க்குழாயும் கவ்வியுங் கொண்டடைக்கலாம். இச்சிறு தக்கைகளைக் கழற்றிப், பெரிய



அப்ஜனக-ஹரிதகையின் கரைமானத்தைக் காட்டுவது.

படம் 81

குழாயின் வழியாய், ஈரமில்லாமற் சுத்திசெய்யப்பட்ட அப்ஜனக-ஹரிதகையை காற்றை-மேல்-விலக்குதல் முறையில், கூஜாவில் நிரப்பவும். சிறு குழாய் வழியாய் வாயு நன்றாய் வெளியில் வந்து புகையும் வரையில் வாயுவைச் செலுத்திக்கொண்டே இருக்கவேண்டும். பின்பு, நீண்ட குழாயைத் தக்கையால் மூடிச் சிறு குழாயின் ரப்பர்க் குழாயைக் கவ்வியால் அடைத்து, கூஜாவின் வாய் நீல லிட்மஸ் கலந்த தொட்டித் தண்ணீரில் அமுங்கியிருக்கு

படி, தலைகீழாய்க் கூஜாவை நிறுத்திவைத்துப் பெரிய குழாயின் தக்கையைத் திறந்து, கூஜாவை இலேசாக ஆட்டத், தண்ணீர் கொஞ்சம் மேலே கிளம்பும். இன்னுங் கொஞ்ச மாட்டிவிடத் தண்ணீர் உடனே குழாய் முழுதும் நிரம்பி, அதன் வழியாய்ப் பீரிட்டுக் கிளம்பி நாலா பக்கங் களிலும் தாரை தாரையாய் வழியும். தொட்டியிலிருக்கும் தண்ணீர் நீலமாயும், கூஜாவிற்குள்ளிருக்கும் தண்ணீர் சிவப்பாயுமிருப்பது விநோதமாயிருக்கும். அப்ஜனக-ஹரி தகை தண்ணீரிற் கரைய, அமிலமுண்டாகிறது என்பதைத் தெரிவிப்பது இந்நிற மாறுபாடு.

0° ச-ல் 1 க.ச மீ தண்ணீரில் அப்ஜனக-ஹரிதகை 525 க.ச.மீ.உ.ம் 20° ச-ல். 440 க.ச.மீ.உ.ம். கரையும். உஷ்ண மதிகரிக்கக் கரைமானம் குறையும். இதன் கரைமானம் ஹென்ரீ நியாயத்தை ஒத்து இல்லை. அதாவது அமுக்க நிலையை அதிகரிக்கக் கரைமானம் அதிக அளவில் அதி கரிப்பதில்லை.

அப்ஜனக-ஹரிதகை தண்ணீரிற் கரையும்பொழுது சூடு உண்டாகும். ஒரு சிறிய குண்டுள்ள குறுகிய குழா யில் சிறிதளவு ஈதரை எடுத்து, குண்டிற்குமேல் ஒரு நனைந்த துணியையோ, நனைந்த வடிதாளையோ சுற்றி, அதை ஒரு வாயு ஜாடியில் தணி. ஜாடிக்குள் அப்ஜனக-ஹரிதகையைச் செலுத்து. இது வடிதாளிலுள்ள தண் ணீரிற் கரைந்து உஷ்ணத்தை வெளியிடும். இந்நிலையில் ஈதர் கொதிக்கும். குறுகிய-குழாயின் வாய்க்கு மேலே ஒரு எரிகொள்ளியைக் கொண்டுவர, ஈதர்-ஆவி பற்றி ஒரு பெரிய ஜ்வாலையுடன் எரியும்.

அப்ஜனக-ஹரிதகை தண்ணீரிற் கரைந்து, அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலம் எனப்படும் உப்புத் திராவகத்தைக் (Hydrochloric Acid) கொடுக்கிறது. சுத்தமான வாயு ஸ்திதியிலுள்ள பொருளை அப்ஜனக-ஹரிதகை என்றும், அது கரைந்த விலயனத்தை அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலம் என்

றும் நாம் வழங்கிவருவோம். சாதாரணமாய் விற்கப்படும் சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தில் 36·5 நூற்றுப்பகுதி எடையளவில், அப்ஜனக-ஹரிதகை இருக்கிறது. அத்திரவத்தின் திண்மை=1·16. மிகச் சுண்டின அமிலத்தின் திண்மை=1·212. அதில் 43% HCl இருக்கும். இந்த அமிலத்தைக் காய்ச்சினால், அப்ஜனக-ஹரிதகை முதலில் வெளியேறிக்கொண்டே இருக்கும். விலயனத்தின் வீரியமும் குறைந்துகொண்டே வரும். ஆனால், விலயனம் 20·24% அப்ஜனக-ஹரிதகை கொண்ட நிலைமையை அடைந்தவுடன், அவ்விலயனம் மாறுபாடின்றி ஒரே சங்கலனமுடையதாய் 110°-ச-ல் கொதித்து வடியும். அப்படியல்லாது, அதிக நீர் சேர்ந்த விலயனத்தைச் (Dilute solution) சூடு செய்ய, முதலில் நீராவியே வெளியேறும். விலயனத்தின் வீரியமதிகரித்துக்கொண்டே வரும். 20·24% அப்ஜனக-ஹரிதகை கொண்ட விலயன-நிலை ஏற்பட்டவுடன், முன்போல், மாறுபடாமல் 110°ச-ல் கொதித்து வடியும். மேற்கூறிய நூற்றுப்பகுதி சங்கலனத்தையுடைய விலயனத்தைச் சூடு செய்ய, அது ஒரு சுத்தமான திரவம்போல் ஒரே உஷ்ண நிலையில், 110°ச-ல், (வாயு மண்டல அமுக்க நிலையில்) கொதித்து வடியும். முதலிலிருந்து கடைசிவரையில், கிரஹணீ பாத்திரத்திலிறங்கும் வடிவிலயனத்தின் (Distillate) சங்கலனம் மாறுபடாத நிலையிலும், கொதி-கூஜாவிலுள்ள விலயனத்தின் சங்கலனத்துக்குச் சமமானதாயுமிருக்கும். இந்த 20·24% அப்ஜனக-ஹரிதகையுள்ள விலயனத்திற்கு "மாறுத-கொதிநிலை-மிச்ரம்" (Constant boiling mixture) என்று பெயர். வெகுநாள்வரை இந்த மாறாக் கொதிநிலையுள்ள மிச்ரத்தை ஒரு ஐக்கியப் பொருளென்று நினைத்துவந்தார்கள். ஆனால் 1860-ம் வருஷத்தில் ராஸ்கோவும், டிட்மாரும் (Roscoe and Ditmar) இம்மிச்ரத்தின் சங்கலனம் அமுக்க நிலைக்கு ஒத்தவாறு மாறுகிறபடியால், அது ஐக்கியப் பொருளாகமாட்டாது என்பதைக் காட்டினார்கள்.

மாறுக் கொதிநிலையுள்ள-மிச்ரங்களின் சங்கலனங்களைக் கீழே காண்க:—

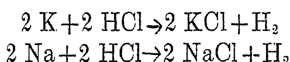
கொதிநிலை	110°ச	62°ச
அமுக்கநிலை	76 ச.மீ.	10 ச.மீ.
அப்ஜனக-ஹறிதகையின் நூற்றுப்பகுதி எடை	20·2	22·9

விலயனம் ஒரே ஐக்கியப் பொருளாயிருக்குமேயானால், எவ்வமுக்க நிலையிற் காய்ச்சி வடிக்கப்பட்டாலும், அதன் சங்கலனம் மாறுபடாமலிருக்கவேண்டுமல்லவா?

ரஸாயன குணங்கள்:—ஈரமே இல்லாத அப்ஜனக-ஹறிதகை, வாயுத் திரவத் திட இம்மூன்று ஸ்திதிகளிலும் ரஸாயன விகாரத்திலீடுபடாத் தன்மை பொருந்தியது. அந்நிலையில் அது பொட்டாஸியத்துடன் தொட்டு நின்றும் மந்தமாகவே இருக்கும். அதன் வழியாக மின்சாரம் செல்லமுடியாது. அது மின்சார-அவாஹகியே. ஆனால் தண்ணீர் சம்பந்தப்பட்ட நிலையிலும், விலயனமாயிருக்கும்பொழுதும், அது வெகு சுறுசுறுப்புள்ளது. ஈரமில்லாத அந்த வாயுவும், திரவமும், லிட்மஸின் நிறத்தை மாற்றா; சுட்ட சுண்ணும்புடன் விகாரிக்கா; உலோகங்களைத் தாக்கிக் கரைக்கா; ஸோடா உப்புடன் விகாரிக்கா. ஆனால் அதன் விலயனமோ லிட்மஸைச் சிவப்பாய் மாற்றும்; சுட்ட சுண்ணும்புடன் அதிக ஆவேசத்துடன் ஸம்யோகிக்கும்; அங்கு உஷ்ணம் வெளிப்படும். அவ்விலயனம் நாகம் முதலிய உலோகங்களைக் கரைக்கும். அவை கரையுஞ் சமயத்தில் அப்ஜனகம் வெளியேறும். ஸோடா உப்புடன் அது நுரைக்கும்; இங்கால-து்வி-பிராணை வெளிவரும். சேர்க்கை வாசத்தால் குணங்கள் எம்மட்டில் மாறுபட்டிருக்கின்றன என்பதைக் கவனிக்க. ஆகையால் தண்ணீரிற் கரைந்த அப்ஜனக-ஹறிதகை விலயனமே அமிலகுணம் பொருந்தியது. இவ்வமிலகுணம் நீரற்ற சுத்த அப்ஜனக-ஹறிதகையிற் காணப்படவில்லை. விலயனந்தான் ஒரு

சரியான அமிலம். அமிலங்களின் பொது குணங்களையும் விசேஷ குணங்களையும் சோதித்து அடுத்த அத்தியாயத்தில் ஆராய்ச்சி செய்வோம்.

அப்ஜனக-ஹாரிதகை காற்றிலுள்ள பிராணவாயுவுடன் நேராகச் சேர்ந்து விகாரிக்கிறதில்லை. சூடான பொட்டாஸியத் துண்டின்மேல் இவ்வாயுவைச் செலுத்தப் பொட்டாஸிய-ஹாரிதகையும் அப்ஜனகமும் உண்டாகும். ஸோடியத்துடனும் அதேமாதிரி விகாரம் ஏற்படும்.



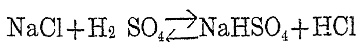
$$2\,K + 2\,HCl \rightarrow 2\,KCl + H_2$$
$$2\,Na + 2\,HCl \rightarrow 2\,NaCl + H_2$$

பல உலோகங்கள் இவ்வமிலத்திற் கரைந்து, அப்ஜனகத்தை விலக்கி, ஹாரிதகைகளாக மாறும். இவ்விஷயத்தை "ஹாரிதகைகள் தயாரிக்கும் முறைகள்" என்பதைக் கவனிக்கும்பொழுது விஸ்தாரமாய்க் கூறுவோம். வியாபாரச் சாலைகளில் தயாரிக்கப்படும் சாதாரண அமிலம் (Commercial acid) மஞ்சள் வர்ணமுள்ளதாயிருப்பது அதில் அயிக-ஹாரிதகை முக்கியமாய் இருப்பதுபற்றியே.

உபயோகங்கள் :—இவ்வமிலமானது, ஹாரிதகம் தயாரிக்கும் முறைகளிலும், சாயம் இடும் முறைகளிலும், துணியிற் கறை முதலியவைகளை அச்சிடுவதிலும், சாயம் தயாரிக்கும் முறைகளிலும் பாஸ்வரிகஜங்கள் ஹாரிதகைகள் முதலிய உப்புகளைத் தயார்செய்யும் முறைகளிலும் இன்னும் பலவித கைத்தொழில்களிலும் உபயோகப்படுகிறது. சோதனைச்சாலையில் ஓர் அத்தியாவசியமான பிரதிகாரகம் இவ்வமிலமே. இவ்வமிலமும் பாக்கியகாமிலமுஞ் சேர்ந்த கலவைக்கு 'இராஜ-நீர்' (Aqua Regia) என்று பெயர். அதில் தங்கம், பிளாடினம் முதலிய இராஜ-உலோகங்கள் கரையும்.

குறிப்பு :—விபரீத-விகாரம் :—அப்ஜனக-ஹாரிதகையைத் தயாரிக்க, உப்பைக் கந்தகிகாமிலத்துடன் சேர்த்துச் சூடுசெய்தோம். இங்கே, கந்தகிகாமிலம், அப்ஜ-ஹாரிதகி

காமிலத்தை விலக்கும். ஆகையால், அப்ஜ-ஹாரிதகிகாமிலத்தைவிடக் கந்தகிகாமிலம் பலமுள்ளது என்று கருத நியாயமிருக்கிறது. ஆனால், இவ்விகாரம் விபரீதமாகவும் நடக்கும். ஸோடிய-அமிலோ-கந்தகிகஜத்தை ($NaHSO_4$) அப்ஜனக-ஹாரிதகையுடன் விகாரிக்கச்செய்தால், ஸோடிய ஹாரிதகை (உப்பு) அவபதிக்கும். திரவத்திற் கந்தகிகாமிலமிருக்கும். இவ்விகாரம் முதற்கூறிய விகாரத்திற்கு, நேர் எதிரிடையானது. அப்ஜ-ஹாரிதகிகாமிலம் இங்கு கந்தகிகாமிலத்தை விலக்குகிறது. இவ்விபரீத விகாரங்களைக் கீழ்க்கண்ட சமீகரணத்தாற் காட்டுவோம்.



$$NaCl + H_2SO_4 \rightleftarrows NaHSO_4 + HCl$$

[மேஜை-உப்பை (Table-Salt) எவ்விதம் தயாரிக்கிறார்களென்று இங்கு ஞாபகப்படுத்துவோம். மேஜை-உப்பைத் தயாரிக்கவும், உப்பைச் சுத்திசெய்யவும், கீழ்க் கண்டமுறை அநுஷ்டிக்கப்பட்டுவருகிறது. சில அசுத்தங்கள் சேர்ந்திருப்பதால், சாதாரண உப்புக் கசிந்துகொண்டிருக்கும். கசியாத நிலைமையிலிருக்கச்செய்யச் சாதாரண உப்பைப் பூரித விலயனமாகும்படி கரைத்து, வடிகட்டி, அவ்விலயனத்தில் அப்ஜனக-ஹாரிதகை வாயுவைச் செலுத்த, வெண்மையான உப்பு அவபதிக்கும். அவ்வுப்பை வடிகட்டி உலரவைத்துப் பொட்டணங்களிற் கட்டியோ சீசாக்களில் அடைத்தோ விற்கிறார்கள்.]

மேலே கண்ட சோதனைகளிலிருந்து, எந்த அமிலம் அதிகப் பலமுடையது என்று தெரிந்துகொள்ளமுடியவில்லையே. 'அப்ஜனக-ஹாரிதகை ஏன் வெளியேறுகிறது ?' என்ற கேள்வி பிறக்கிறது. அது ஆவியாய்ப் பரிணமிக்குந்தன்மையுடையதாக இருப்பதால் வெளிக்கிளம்புகிறது. அது வெளியேசென்றுவிட, விகாரத்தில் உண்டாகிய ஸோடிய-அமிலோ-கந்தகிகஜம் அப்ஜனக-ஹாரிதகையால் தாக்கப்படவில்லை. ஆகையால், பின்புற-விகாரம் (backward reaction) நடக்கவில்லை. அப்ஜனக-ஹாரிதகையும்

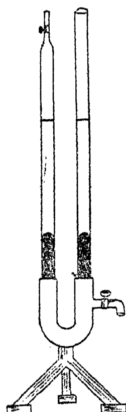
லோடிய-அமிலோ-கந்தகிகஜமும் தொட்டு நின்றால்தான் பின்புற-விகாரம் ஏற்படும். விகாரகர்த்தாக்களும், எல்லா விகார விளைவுகளும் ஒரே இடத்தில் தொட்டு நின்று விகாரித்தால்தான் விபரீத விகாரங்கள் ஏற்பட்டுக் கடைசியாக ஒரு நிலையில் சாமியஸ்திதி ஏற்படும். அதாவது, இந்த ஸ்திதி ஏற்பட்டவுடன், விகார மண்டலத்தில் ஒவ்வொரு பொருளின் எடையும் திட்டமாயிருக்கும். இந்நிலையடைந்தவுடன், விகாரம்நின்றே விடுகிறது என்று கருதக்கூடாது. சலன சாமியஸ்திதி ஏற்பட்டிருக்கிறதேயொழிய, நிலைபெற்ற அல்லது அசலன-சாமிய ஸ்திதி ஏற்படவில்லை. முன் விகாரமும் பின் விகாரமும் ஒரே விகிதத்தில் நடந்துகொண்டிருக்கின்றன. ஆனதால்தான், விகார-மிச்ரத்தின் சங்கலனம் திட்டமாயிருக்கிறது. இதற்குரிய சில விதிகளைப் பின்னால் அப்ஜனக-பாடலகையைக் கவனிக்கும்பொழுது விரிவாய்க் கூறுவோம்.

சங்கலனம்:—தண்ணீரின் சங்கலனத்தை அளவிட்டவிதமே அப்ஜனக-ஹரிதகையின் பரும அமைப்பையும் எடையமைப்பையும், விபாக முறைகளாலும் ஸம்யோக முறைகளாலும் பரீக்ஷித்து அளவிடுவோம்.

கன சங்கலனம் (பரும அமைப்பு):—

(1) சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தை வோல்டாமானியில் நிரப்பி, அதன்வழியே மின்சாரத்தை ஓடச் செய்ய, அமிலம் பிரிவுபட்டு ஒரு புஜத்தில் அப்ஜனகமும் மற்றொரு புஜத்தில் ஹரிதகமும் உண்டாகும். ஹரிதகம் தண்ணீரிற் கரையுந் தன்மைபொருந்தியதாதலால் உடனே அது வெளிக் கிளம்பாது. அப்புஜத்திலுள்ள திரவத்தில் ஹரிதகம் பூரணமாகக் கரைந்தபிறகே, அது மேற்சென்று நிற்கும். இந்நிலையடைந்த பிறகு, மின்சாரித்துப் பார்த்தால், அப்ஜனகமும் ஹரிதகமும் ஒரே பரும அளவில் வெளிவந்து புஜங்களிற் சேருவதைக் காணலாம்.

(2) ராஸ்கோ செய்தபடி சோதனையைச் செய்வோம். 'U' வடிவமுள்ள குழாயிற் பாதரஸத்தை நிரப்பிப் பிறகு, திருகு அடைப்பான் வழியாக அப்புஜத்தில் $\frac{2}{3}$ அளவு ஈரமற்ற அப்ஜனக-ஹரிதகை வாயுவை நிரப்பவும். கீழமைந்த அடைப்பானைத்திருகி, இருபுஜங்களிலும் பாதரஸம் ஒரே மட்டத்தில் நிற்கும்வரை, வலதுபுஜத்திலிருக்கும்

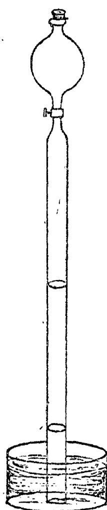


அப்ஜனக-ஹரிதகையின் சங்கலனத்தை அளவிட ராஸ்கோ உபயோகித்த உபகரணம்.

படம் 82

பாதரஸத்தை வெளியேற்றவும். அப்ஜனக-ஹரிதகையின் பருமனைக் காட்டும்பொருட்டு, இடது புஜத்திலுள்ள பாதரஸ மட்டத்துக்கிசைந்திருக்க ஒரு காகிதத்துண்டை ஒட்டவும். பிறகு, வலது புஜத்தில் பாதரஸத்தையும் ஸோடிய-ரஸ மிச்ரத்தையும் நிரப்பி, வாயை நன்றாய் விரலால் மூடி, உபகரணத்தைச்சாய்த்து அப்ஜனக-ஹரிதகையை வலது புஜத்திற்கு வரும்படி செய்து, ஜாக்கிரதையாக ஆட்ட, வாயுவிலுள்ள ஹரிதகம் ஸோடியத்துடன்

சேர்ந்துவிடும். பிறகு, மீதியிருக்கும் வாயுவை இடது புஜத்திற்குள் செலுத்தி, முன்போல இரண்டு புஜங்களிலும் பாதரஸ மட்டமொன்றாயிருக்கச் செய்துபார்த்தால், மீதியிருக்கும் வாயு, முன் பருமனின் சரிபாதி அளவிலிருப்பதைக் காணலாம். சோதித்துப்பார்க்க, இவ்வாயு அப்ஜனகம் என்று தெரியவரும்.

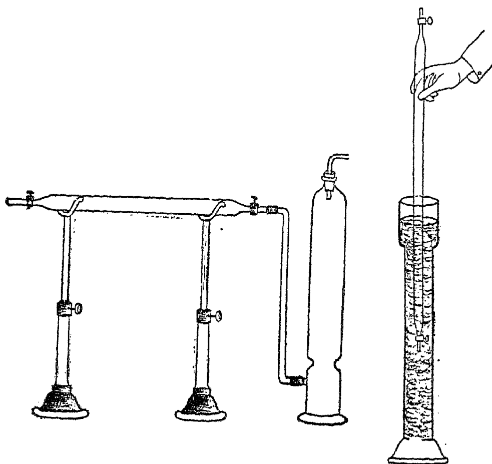


அப்ஜனக-ஹரிதகையின் சங்கலனத்தை
பொட்டாஸிய-பாடலகை கொண்டு அளவிடுதல்.

படம் 83

(3) 83-வது படத்திற் காட்டியபடி, ஓர் அளவு-குழாயை எடுத்து, அதில் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலம் மின்சாரிக்கப்படும்பொழுது வரும் வாயு மிச்ரத்தைச் ($H_2 + Cl_2$) சேகரித்து, வாயை நன்றாய் நல்ல தக்கைகொண்டு மூடவும். புனலில், பொட்டாஸிய-பாடலகை விலயனத்தை ஊற்றித் திருகு அடைப்பானைத் திறந்து, விலயனம்

சிறிதளவு உள்ளே சென்றவுடன் அடைப்பானுல் மூடி, நன்ருய்க் குலுக்கவும். குழாய் சற்றுச் சிவப்பு நிறமாக மாறும். ஏன்? மிச்ரத்திலுள்ள ஹரிதகம் பொட்டாஸிய-பாடலகையிலிருந்து பாடலகத்தை விலக்குகிறது. மறுபடியும் புனலில், பொட்டாஸிய-பாடலக விலயனத்தை ஊற்றி, அடைப்பானைத் திறக்க, விலயனம் உள்ளே இழுக்கப்படும். காற்றுச் சென்றுவிடாமற் பார்த்துக்கொள்ளவும். பிறகு அடைப்பானை மூடித் தண்ணீருக்குள் குழாயை அமுக்கித் தக்கையைக் கழற்றத் தண்ணீர் மேலே குழாய்க்குள் செல்லும். உள்ளும் புறமும் நீர்மட்டம் ஒரே அளவிலிருக்கச்செய்ய, மிச்ரத்தின் பருமனின் சரிபாதி அளவில் மீதியிருக்கும் வாயு இருக்கும். இதைச் சோதித்துப்பார்க்க அப்ஜனகமென்று காண்பாய்.



அப்ஜனக-ஹரிதகையின் சங்கலனம். (ஸம்யோக முறை)

படம் 84

(4) இரண்டு திருகு-அடைப்பான் கொண்ட தகனக்குழாயில், ஒரே பரும அளவில் அப்ஜனகத்தையும்

ஹரிதகத்தையும் சேகரி. (அப்ஜ-ஹரிதகிகாமில-மின்சாரிப்பு-வாயுவை உபயோகிக்கலாம்). 84-வது படத்திற் காட்டியபடி ஒரு தண்டில் உபகரணத்தை நிறுத்திவை. இக்கருவியை மரப்பலகை மறைவுக்கு முன் வைத்து, ஒரு மாக்னீஸிய நாடாவைக் கொளுத்திக் குழாயண்டை கொண்டுபோ. வெடிப்புடன் இரண்டு வாயுக்களும் ஐக்கியமாகும். குழாயின் ஒரு நுனியைத் தண்ணீரிலமுக்கி, அடைப்பானைத் திறக்கத் தண்ணீர் மேலே கிளம்பிக் குழாய் பூராவையும் நிரப்பும்.

ஆராய்ச்சி :—(1) முதல் மின்சார விபாக-சோதனை அப்ஜனக-ஹரிதகையில் அப்ஜனகமும் ஹரிதகமும் ஒரே பருமஅளவிலிருக்கின்றனவென்றும், (2) இரண்டாவது மூன்றாவது சோதனைகள், அப்ஜனக-ஹரிதகையை விபாகித்ததிலுண்டான வாயுமிச்ரத்தில் அப்ஜனகமும் ஹரிதகமும் ஒரே பருமஅளவிலிருக்கின்றனவென்றும், (3) நான்காவது-ஸம்யோக சோதனை ஒரு பரும அப்ஜனகம் ஒரு பரும ஹரிதகத்துடன் ஐக்கியமாகி, இரண்டு பரும அப்ஜனக-ஹரிதகையைக் கொடுக்கிறதென்றும் விளக்குகின்றன.

அவொகாட்ரோ நியாயத்தின்படி :—

1 பரும அப்ஜனகம்	+	1 பரும ஹரிதகம்	=	2 பரும அப்ஜனக-ஹரிதகை
X அணு அப்ஜனகம்	+	X அணு ஹரிதகம்	=	2X அணு அப்ஜனக-ஹரிதகை
1 அணு அப்ஜனகம்	+	1 அணு ஹரிதகம்	=	2 அணு அப்ஜனக-ஹரிதகை
$\frac{1}{2}$ அணு அல்லது ஒரு பரமாணு அப்ஜனகம்	+	$\frac{1}{2}$ அணு அல்லது ஒரு பரமாணு ஹரிதகம்	=	1 அணு அப்ஜனக-ஹரிதகை

∴ அப்ஜனக-ஹரிதகையின் சுலப சங்கேதம் (சாதாரண அமைப்பு) HCl. அணு அமைப்பு $(HCl)_x$ ஆக இருக்கலாம்.

தி.உ.அ. நிலையில் 22,400 க. ச-மீ அப்ஜனக-ஹரிதகையின் எடை 36·5 கிராமென்று ஆவி-திண்மானச்சோதனைகள் தெரிவிக்கின்றன.

∴ அணு பாரம் = 36·5

HCl என்ற அணு சங்கேதத்தின் அணுபாரமும் (1+35·5)=36·5. ஆகையால் $(HCl)_x$ என்பதில் $_x$=1.

ஹரிதகைகள் (Chlorides)

அப்ஜனக-ஹரிதகை தண்ணீரிற் கரைந்து, அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தைக் கொடுக்கும் என்று முன்பே குறித்தோம். இவ்வமிலத்தில், ஒவ்வொரு அணுவிலும் விலக்கத்தகுந்த ஒரு பரமாணு அப்ஜனகமமைந்திருக்கிறது. இவ்வமிலத்தில் உலோகங்களைப் போட, அவை கரைந்து அப்ஜனகத்தை விலக்கும்; உலோக-ஹரிதகைகள் (உப்புக்கள்) விலயனத்திலிருக்கும். அநேகமாய் எல்லா அமிலங்களிலிருந்தும், உலோகங்கள், அப்ஜனகத்தைவிலக்கி, அமிலமூலங்களுடன் சேர்ந்து உப்புக்களாக மாறும். ஓர் அணு அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தில், ஒரு பரமாணு விலக்கத்தகுந்த அப்ஜனகம் இருப்பதால், அவ்வமிலத்தை ஏக-க்ஷாரத்வ அமிலம் (Monobasic acid) என்று கூறுவோம். [கந்தகிகாமிலத்தில் ஓர் அணுவில் இரண்டு விலக்கத்தகுந்த அப்ஜனக-பரமாணுக்கள் உள. ஆகையால், அது "துவி-க்ஷாரத்வ-அமிலம்" (Dibasic acid). முதலில் ஒரு அப்ஜனக பரமாணு விலக்கப்பட்டு ஓர் உப்பும், பின் மற்றொரு அப்ஜனக பரமாணுவும் விலக்கப்பட்டு, மற்றொரு உப்பும் உண்டாகும். (உ-ம். $NaHSO_4$. Na_2SO_4). ஆகையால், துவி-க்ஷாரத்வ அமிலம் இரண்டுவித உப்புக்களைத் தரும். அதேவிதம் பார்க்க, பாஸ்வரிகாமிலம் (H_3PO_4) த்ரி-க்ஷாரத்வ-அமிலமென்பதும் அதிலிருந்து மூன்றுவித உப்புக்களைத் தயாரிக்கலாமென்பதும் தெரியவருகிறது. (உ-ம். NaH_2PO_4, Na_2HPO_4, Na_3PO_4)]

உலோக ஹரிதகைகள் (Metallic Chlorides)

அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலம் ஏகக்ஷாரத்வ அமிலமானதால் ஒரு வகை உப்பையே தரும்.

I. க்ஷார உலோக-ஹரிதகைகள் (Alkali-Chlorides)

NaCl, KCl முதலியன.

ஸோடிய-ஹரிதகை அல்லது சாதாரண உப்பு அல்லது கறியுப்பு (Sodium chloride or common salt). NaCl :—இது கல்லுப்பாகப் பூமியிலகப்படுகிறது. இதை வெட்டி எடுத்து உபயோகிக்கிறார்கள். இவ்வுப்பை, அப்ஜ ஹரிதகிகாமிலத்தையும் ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை க்ஷாரத்தையுஞ் சேர்த்துத் தயாரிப்பதில்லை. ஏனென்றால், இவ்வமிலமே உப்பிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. சமுத்திரத் தண்ணீரில் உப்பிருக்கிறது. பாத்தி கட்டி, சமுத்திர ஜலத்தைப் பாய்ச்சி, சூரிய உஷ்ணத்தில் சுண்டவைக்க, உப்புக்கட்டிகள் கீழே படிந்துநிற்கும். குளிர்ந்ததேசங்களில் சமுத்திர ஜலத்தைக் கொப்பரைகளில், குறைந்த அமுக்கநிலையிற் சூடுசெய்து வற்றவைத்து, உப்பைத் தயாரிக்கிறார்கள். உப்பு படிந்தபிறகு, மிஞ்சி நிற்கும் தாய்-திரவத்தில் மாக்னீஸிய-உப்புக்கள் கரைந்து நிற்கும். கீழ்ப் படிந்த உப்புக்கட்டிகளைத் துவாரமுள்ள கரண்டிகளால் வெளியே எடுப்பார்கள். இவ்விதம் தயாரித்த உப்பு, மாக்னீஸிய உப்புக்களுடன் சேர்ந்திருப்பதால் கசியுங்குணமுடையதாயிருக்கும். இதைச் சுத்திசெய்ய உப்பைக் கரைத்து அப்பூரித விலயனத்தில், அப்ஜனக-ஹரிதகைகையைச் செலுத்த, வெண்மையான மணிபோன்ற உப்பு வெளிவரும். அசுத்தங்கள் விலயனத்தில் கரைந்து தங்கி நிற்கும்.

உப்பு மனிதனுக்கு மிகவும் அவசியமான உணவிற்குரிய பொருள். அது உணவின் சுவைக்கும் தேக ஆரோக்கியத்திற்கும் தேவையாயிருக்கிறது. "உப்பில்லாப் பண்

டம் குப்பையிலே" "நீ உப்பைச் சேர்த்துச் சாப்பிட வில்லையா? உணக்கையில்லையா?" என்ற வசனங்கள் உப்பின் விசேஷ குணங்களை விளக்குகின்றன. ஒரு மனிதன் ஒரு வருஷத்தில் 29 பவுண்டு (சுமார் பத்து வீசை) உப்பை உட்கொள்ளுகிறான். மாமிசம் தின்கிற பிராணிகள் தங்கள் மாமிச இரைகளிலுள்ள இரத்தம் முதலியவைகளிலுள்ள உப்பை உபயோகித்துக்கொள்ளு கின்றன. புல் பூண்டு தின்கிற பிராணிகள் புல் இலைகளி னின்று அவற்றிற்குவேண்டிய உப்பை அடைகின்றன. அவை தங்களுக்குண்டான உப்பு-தாகத்தைத் தீர்த்துக் கொள்ள உப்பு ஜலத்தைத் தேடி நூறு மைல்கள் செல் லுகின்றன என்று சில புஸ்தகங்களிற் காண்கிறோம்.

பொட்டாஸிய-ஹரிதகை (KCl) :—இந்த உப்பு பூமியிலகப்படுகிற ஒரு தாதுப் பொருள். இதற்கு ஸில் வைன் (Sylvine) என்று பெயர். கார்னலைட் (Carnallite) $KClMgCl_2 6H_2O$ என்ற தாதுவிலிருந்து அது பிரித்து எடுக்கப்படுகிறது. கார்னலைட் கரைந்த பூரித விலயனத் தில் நீராவியைச் செலுத்த, ஸோடிய-ஹரிதகையும் மாக் னீஸிய உப்புக்களும் அவபதிக்கும். பொட்டாஸிய-உப் புக்கள் விலயனத்திற் கரைந்து நிற்கும்; வடிகட்டி, வடி திரவத்தைச் சுண்டக்காய்ச்ச, பொட்டாஸிய-ஹரிதகை ஸ்படிகங்கள் வெளிவரும். இவைகளை வடிகட்டி எடுத்து மறுபடியுங் கரைத்து ஸ்படிகீகரணஞ்செய்து சுத்தி செய்ய வேண்டும்.

ஸோடிய-ஹரிதகையும் பொட்டாஸிய-ஹரிதகையும் கனசதுர ஸ்படிகங்களாக (Cubic Crystals) விலயனத்தி னின்று பிரிந்து வெளிவரும்.

சாதாரண உப்பின் உபயோகங்கள் :—ஆகாரங்களை உருசிப்படுத்திப் பக்குவமாக்கும்பொழுது உப்பு உபயோ கப்படுகிறதென்று சொல்லவும் வேண்டுமோ? அது ஜீரணத்திற்கு உதவியாயிருக்கும். மீன், இறைச்சி, மாமிசம்,

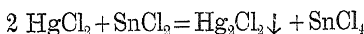
இவைகள் கெட்டுப்போகாமலிருக்கும்படி, இவைகளை உப்பிட்டு உலர்த்தி வைத்துக்கொள்ளுகிறார்கள். பனிக்கட்டிகள் ரஸ்தாக்களில் உறையாமலிருக்கும்படி, ரஸ்தாக்களில் உப்பைத் தூவுகிறார்கள். எல்லா ஸோடியம் சேர்ந்த பொருள்களும், ஹரிதகஞ் சேர்ந்த பொருள்களும் இதிலிருந்தே தயாரிக்கப்படுகின்றன. முக்கியமாய், ஸோடா உப்பும், ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையும் இதிலிருந்தே செய்யப்படுகின்றன. சவுக்காரங்கள் (Soaps) செய்வதிலும் இது உபயோகப்படுகிறது. சாதாரண மண்பாண்டங்களையும் கழிகால், தூம்பு, நீர்மடை முதலியவைகளுக்குரிய குழாய்களையும், சுகாதார சம்பந்தமான சாமான்களையும், பளிங்கி போல் வழவழப்பாகும்படி செய்ய, உப்பு உபயோகப்படுகிறது. மேற்குறிப்பிட்ட பாண்டங்களை, சூளையிலிட்டுச் சுடும்பொழுது, சூளைக்குள் உப்பைத்தூவ, உப்பு ஆவியாய் மாறி, களிமண்ணிலுள்ள சிலக-பிராணையுடன் கலந்து, உருகி, சிலகிகஜமாக (Silicate) மாறி, பண்டங்களின் மேற் படிந்து பளபளப்பைத்தரும்.

II. க்ஷார-மண்-ஹரிதகைகள் (Alkaline-earth-Chlorides) கால்ஸிய-ஹரிதகை, ஸ்ட்ரான்ஷிய-ஹரிதகை, பேரிய-ஹரிதகை, மாக்னீஸிய-ஹரிதகை முதலியன இவ்வர்க்கத்தைச் சேர்ந்தவை. இந்த ஹரிதகைகளெல்லாம் ஸ்படிக நீர் பொருந்தியவை. அவற்றிற் சில பொருள்களின் சங்கேதங்களைக் குறிப்போம்: $CaCl_26H_2O$; $SrCl_26H_2O$; $BaCl_22H_2O$; $MgCl_22H_2O$; நீரற்ற கால்ஸிய-ஹரிதகை ஒரு சரியான ஈரம்-வாங்கி. ஆகையால் பொருள்களிலிருந்து ஈரத்தைப் பிரிக்க, அது உபயோகப்படுகிறது.

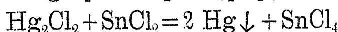
III. "அச" ஹரிதகைகளும் "இக" ஹரிதகைகளும் (ous and ic chlorides).

(1) வங்கச-ஹரிதகை ($SnCl_2$) வங்கிக-ஹரிதகை ($SnCl_4$)
(2) அயச-ஹரிதகை ($FeCl_2$) அயிக-ஹரிதகை ($FeCl_3$)
(3) தாம்ரச-ஹரிதகை ($CuCl$) தாம்ரிக-ஹரிதகை ($CuCl_2$)
(4) இரச-ஹரிதகை (Hg_2Cl_2) இரசிக-ஹரிதகை ($HgCl_2$)

“அச” ஹரிதகைகளெல்லாம் “இக” ஹரிதகைகளாக மாறவே பார்க்கும். இம்மாறுதல் பிராணிகரண விகாரத்தைச் சேர்ந்தது. ஆகையால் அச-ஹரிதகைகளெல்லாம் க்ஷயகாரிகள். ஒரு சோதனைக்குழாயில் இரசிக-ஹரிதகை விலயனத்தை எடுத்து அதில் வங்கச-ஹரிதகை விலயனத்தைச் சிறிதளவு ஊற்ற, விலயன மிச்ரம் வெளுத்து, இரச-ஹரிதகை அவபதிக்கும். இன்னுங் கொஞ்சம் வங்கச-ஹரிதகை, விலயனத்துடன் சேர, விலயன மிச்ரம் கறுத்து, இரஸம் வெளிப்படும்.



$$2\,HgCl_2 + SnCl_2 = Hg_2Cl_2 \downarrow + SnCl_4$$



$$Hg_2Cl_2 + SnCl_2 = 2\,Hg \downarrow + SnCl_4$$

IV. கரையாத ஹரிதகைகள்

தாம்ரச-ஹரிதகையைத் தவிர கரையாத ஹரிதகைகள் மூன்றே. அவையாவன: இரஜத-ஹரிதகை, இரச-ஹரிதகை, ஸீஸ-ஹரிதகை.

சோதனை :—(1) இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்துடன் அப்ஜனக-ஹரிதகை விலயனத்தை ஒரு சோதனைக் குழாயிற் சேர்க்க, உடனே, விலயனம் வெளுத்து, தயிர் போன்ற வெளுத்த அவபதிதம் உண்டாகும். இது இரஜத-ஹரிதகை AgCl. வடிகட்டி, இரஜத-ஹரிதகையைத் தண்ணீருடன் சேர்த்துச் சூடுசெய்து, கரைகிறதா என்று கவனி. அது கரையாது. மிச்ரத்தைத் தெளிய வைத்து இறுத்து, இரஜத-ஹரிதகைமேற் சிறிதளவு அமோனியா விலயனத்தை வார்த்துக் குழாயைக் குலுக்கு. இரஜத-ஹரிதகை கரைந்துவிடும்.



$$AgNO_3 + HCl = AgCl \downarrow + HNO_3$$

(2) இரச-பாக்கியமிகஜ (Mercurous nitrate) விலயனத்துடன் அப்ஜனக-ஹரிதகை விலயனத்தைச் சேர்க்க, விலயனம் வெளுத்து, இரச-ஹரிதகை (Mercurous chloride) அவபதிதம் உண்டாகும். இதைத் தண்ணீரிற் போட்டுச் சூடு செய்ய இது கரையாது என்று

காண்பாய். இதன்மேல் அமோனியா விலயனத்தை வார்க்க, இது கறுப்பாய் மாறிவிடும்.



$$Hg_2(NO_3)_2+2HCl=Hg_2Cl_2\downarrow+2HNO_3$$

(3) ஸீஸ-பாக்கியமிகஜ (Lead nitrate) விலயனத்துடன் அப்ஜனக-ஹரிதகை விலயனத்தைச் சேர்க்க, ரவைபோன்ற ஸீஸ-ஹரிதகை (Lead chloride) அவபதிதம் உண்டாகிக் கீழே படியும். மேல் திரவத்தை இறுத்துவிட்டு, இன்னுங் கொஞ்சம் சுத்தத்தண்ணீர் வார்த்துச் சூடுசெய்தால், ஸீஸ-ஹரிதகை கரைந்து நிறமற்ற விலயனத்தைக் கொடுக்கும். ஆகையால் ஸீஸ-ஹரிதகை சுடு தண்ணீரிற் கரையும். விலயனங் குளிரக் குளிர, ஸீஸ-ஹரிதகை ஸ்படிகங்களாக அவபதிக்கும்.

[குறிப்பு:—இக்குணங்களின் பயனாக, இரஜதம், ஸீஸம், இரச-இரஸம், இவைகளை அவற்றிற்குரிய உப்பு விலயனங்களில் வெகு எளிதிற் கண்டுபிடிக்கலாம். எடுத்துக்கொண்ட விலயனத்துடன் அப்ஜனக-ஹரிதகை விலயனத்தைச் சேர்க்க, விலயனம் வெளுப்பதையும் ஓர் அவபதிதமுண்டாவதையுங் கண்டோமென்று வைத்துக்கொள்ளுவோம். எனவே எடுத்த விலயனத்தில் மேற்சொல்லிய மூன்று உலோகங்களிலொன்றே இருக்கவேண்டும். அவபதிதத்தைத் தண்ணீருடன் கொதிக்கவை. அது கரைந்துவிட்டால் அதிலுள்ள உலோக மூலம் ஸீஸமே. இல்லாவிட்டால் அது இரஜதமாகவோ அல்லது (இரச) இரஸமாகவோ இருக்கும். அவபதிதத்தில் அமோனியா விலயனத்தை வார். அதில் அது கரைந்தால் எடுத்த பொருளில் இரஜதமூலமும், கரையாமற் கறுத்தால், இரஸமூலமும் இருக்கிறதென்று வெளிப்படும். இன்னும் இம்மூன்று உலோக உப்புக்கள் கரைந்த விலயனத்தில் இம்மூன்று உலோக மூலங்களினிருப்பையும் மேலேகண்ட குணங்கொண்டு அறியலாகும். அவ்வித விலயனத்துடன் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமில விலயனத்தைச் சேர்க்க, மூன்று ஹரிதகைகளும் ($PbCl_2+AgCl+Hg_2Cl_2$) அவபதித்து

விடும். அவபதிதத்தை வடிகட்டி யெடுத்துத் தண்ணீருடன் கொதிக்கவிட்டு வடிகட்ட, ஸீஸ-ஹரிதகை சுடுநீரிற் கரைந்து வடிதிரவத்தில் தோன்றும். வடிதிரவம் குளிரக் குளிர, ஸீஸ-ஹரிதகை ஸ்படிகங்களாக மீண்டும் அவபதிக்கும். வடிதாள்மேலிருக்கும் பொருளின்மேல் ($AgCl + Hg_2Cl_2$) அமோனியா விலயனத்தை வார்க்க இரஜத-ஹரிதகை கரைந்து வடிதிரவத்தில் தோன்றும். அவ்வடிதிரவத்துடன் பாக்கியகாமிலத்தைச் சேர்க்க, இரஜத-ஹரிதகை மீண்டும் அவபதிக்கும். வடிதாளின் மேல், இரச-ஹரிதகை அமோனியாவுடன் விகாரித்துக் கறுத்துத் தங்கி நிற்கும். இங்ஙனம் மேற்படி மூன்று உலோக மூலங்களைப் பிரித்துச் சோதித்தறியும் முறைகளைப் பின்னால் விவரிக்க நேரிடும்.]

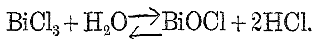
V. பிராண-ஹரிதகைகள் (Oxy-chlorides) அல்லது நீர்வியோகமடையும் ஹரிதகைகள்.

சில ஹரிதகைகளைத் தண்ணீரிற் கரைக்க, சில விகாரமுண்டாகும். மாக்னீஸிய-ஹரிதகையைக் காற்றுப் படும்படி சூடுசெய்ய, ஹரிதகம் வெளிவந்து, மாக்னீஸிய-பிராண-ஹரிதகை (Magnesium Oxy-chloride) Mg_2OCl_2 உண்டாகும். இதை இன்னுஞ் சூடுசெய்ய ஹரிதகமெல்லாம் போய், மாக்னீஸிய-பிராணையே மீதிநிற்கும்.

சுட்ட மாக்னீஸிய பஸ்மத்தையும் மாக்னீஸிய-ஹரிதகையையும் (அல்லது நாக பஸ்மத்தையும் நாக ஹரிதகையையும்) சிறிதளவு தண்ணீரிட்டுப் பசைபோல் அரைத்து வைக்க, சிறிது நேரத்திற்கெல்லாம், அது கல் மாதிரியாக இறுகிக் கெட்டியாகிவிடும். இதைப் பல்கட்டும் வைத்தியர்கள் உபயோகிக்கிறார்கள்.

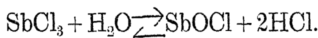
பிஸ்மத-ஹரிதகை ஸ்படிகங்களைத் (Bismuth chloride crystals) தண்ணீரில் போடு. பால்போல் தண்ணீர் வெளுக்கும்; பிஸ்மத-பிராண-ஹரிதகை (Bismuth oxy-chloride) அவபதிதம் படியும். இதைக் கொதிக்கவை.

அங்கு மாறுபாடு ஒன்றும் ஏற்படாது. சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தை அதனுடன் சேர்த்துச் சூடுசெய்ய, அவபதிதம் கரைந்துவிடும்.

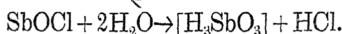


$$BiCl_3 + H_2O \rightleftarrows BiOCl + 2HCl.$$

அஞ்சன-ஹரிதகையை (Antimony Chloride) எடுத்து அவ்விதம் சோதித்துப்பார். முதலில் அஞ்சன-பிராண-ஹரிதகை (Antimony Oxy-chloride) உண்டாகும். அது தண்ணீருடன் சேர்ந்து கொதித்தால் விகாரமதிகமாய் ஏற்பட்டு, அதிலுள்ள ஹரிதகம் முழுவதும் விலகி அப்ஜனக-ஹரிதகையாய் மாறும்.



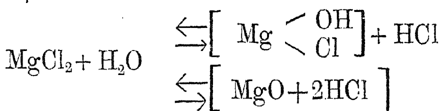
$$SbCl_3 + H_2O \rightleftarrows SbOCl + 2HCl.$$



$$SbOCl + 2H_2O \rightarrow [H_3SbO_3] + HCl.$$

உலோகமல்லாத தனிப்பொருள்களின் ஹரிதகைகள் தண்ணீரில் முற்றிலும் பிரிந்துவிடுமென்பதைப் பின்னுற் கூறுவோம்.

தண்ணீராற் செய்யப்படும் இவ்விகாரத்திற்கு “நீர்வியோகம்” (Hydrolysis) என்று பெயர். இவ்விகாரம் காரமழித்தலுக்கு எதிரிடையானது என்று முன்பே கூறியுள்ளோம். நீர்வியோக விகாரத்தில், உப்புடன் தண்ணீர் சேர, அமிலமும் க்ஷாரமுமோ, அல்லது, அமிலமும் க்ஷார அமிலஜமுமோ (Basic salt) உண்டாகும். மாக்னீஸிய-ஹரிதகை தண்ணீரிற் கரைய, சிறிதளவு நீர்வியோகம் ஏற்படும்.



$$MgCl_2 + H_2O \begin{cases} \leftrightarrows \left[Mg \begin{matrix} OH \\ Cl \end{matrix} \right] + HCl \\ \leftrightarrows \left[MgO + 2HCl \right] \end{cases}$$

அதேவிதமாக நாக-ஹரிதகையும் விகாரிக்கும். க்ஷார உலோக ஹரிதகைகளும், க்ஷார-மண்-ஹரிதகைகளுங்கூட மிக மிகச் சிறிதளவில் நீர்வியோகத்தாற் பீடிக்கப்படுகின்றன. ஆனால் இவ்வியோகத்தைச் சாதாரணமாய்க் காண முடியாது.

இக்குணத்தை நாம் மாக்னீஸியம், நாகம் முதலியவைகளின் ஹறிதகைகளைத் தயாரிக்கும்பொழுது, கவனிக்க வேண்டும். உதாரணமாக, மாக்னீஸிய-ஹறிதகை விலயனத்தைச் சுண்டக் காய்ச்சி, ஹறிதகையைத் தயாரிக்க எண்ணுவோமானால் வற்றவைக்கும்பொழுது, அப்ஜனக-ஹறிதகை செல்ல, மிஞ்சி நிற்பது க்ஷார அமிலஜமாயிருக்கும். [$Mg_2O\,Cl_2$ ($MgO.MgCl_2$)]. நீரற்ற மாக்னீஸிய ஹறிதகையை இம்முறையால் தயாரிக்கவே முடியாது. ஆனால், அப்ஜனக-ஹறிதகை சூழ்ந்திருக்கும்படி ஒரு யந்திரத்தில் வற்றவைத்தால், நீர்வியோகமேற்படாமற் பார்த்துக்கொள்ளலாம். ஓர் உலோகத்தின் ஹறிதகையிலேற்படும் நீர்வியோக அளவு, அதன் உலோகத்தன்மையைக் குறிக்கும். சரியான உலோகமாயிருக்குமேயானால், நீர்வியோகம் ஏற்படாது, அல்லது காணவாவது முடியாது. உலோகத்வம் குறையக்குறைய நீர்வியோகமதிகரிக்கும்.

துவி-ஹறிதகைகள் (Double Chlorides)

ஒரு ஹறிதகை மற்றொன்றுடன் சேர்ந்து துவி-ஹறிதகையைக் கொடுக்கலாம். உதாரணம் :—மாக்னீஸிய-அமோனிய-ஹறிதகை $MgCl_2NH_4Cl6H_2O$; மாக்னீஸிய-பொட்டாஸிய-ஹறிதகை $MgCl_2KCl6H_2O$; நாக-அமோனிய-ஹறிதகை $ZnCl_2NH_4Cl$; லிதிய-தாம்ரிக-ஹறிதகை $LiClCuCl_22H_2O$ முதலியன. கடைசியிற் குறித்த ஹறிதகை விநோதமானது. லிதிய-ஹறிதகை நிறமற்றதென்றே சொல்லவேண்டும். தாம்ரிக-ஹறிதகை பச்சை நிறங்கொண்டது. இவ்விரண்டுஞ் சேர்ந்து கொடுக்கும் துவி-ஹறிதகை மாணிக்கத்திற்குரிய சிவப்பு நிறமுள்ள ஸ்படிகங்களாய்க் காணப்படுவது விந்தையே. இத்துவி-ஹறிதகைகளைத் தயாரித்தல் :—வேண்டிய இரு ஹறிதகைகளைக் கரைத்து, அவ்விலயனங்களைக் கலந்து சுண்டவைக்க, துவி-ஹறிதகை ஸ்படிகங்களுண்டாகும். இவைகளைச் சூட்டினுதவிகொண்டு ஈரமில்லாத நிலைக்குக்கொண்டுவரும்பொழுது, இவை பிரிந்து விகாரிப்பதில்லை.

ஆகையால் ஹரிதகைகளின் வர்க்கங்களைக் கீழே குறித்தபடி வகுக்கலாம்.

ஹரிதகைகள்

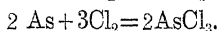
தண்ணீரில்

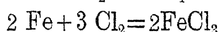
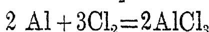
கரைவன	நீர்வியோகம்	கரையாதவை
1. க்ஷார உலோக ஹரிதகைகள் LiCl, NaCl, KCl முதலியன.	அடையக்கூடியவை. அஞ்சன, பிஸ்மத, ஹரிதகைகள்.	1. இரஜத, ஸீஸ, இரச ஹரிதகைகள்.
2. க்ஷார-மண் ஹரிதகைகள் எல்லாம் நீர்ப் பொருள்கள் $MgCl_2 2H_2O$, $CaCl_2 6H_2O$, $SrCl_2 6H_2O$, $BaCl_2 2H_2O$, முதலியன.	அலோக ஹரிதகைகள்.	2. சிலவற்றைத் தவிர மற்ற எல்லா அச-ஹரிதகைகள்.
3. இக ஹரிதகைகள்-$CuCl_2 2H_2O$, $HgCl_2$, $FeCl_3$, முதலியன.		
4. துவி-ஹரிதகைகள்–$KClMgCl_2 6\,H_2O$ முதலியன.		

ஹரிதகைகளைத் தயாரிக்கும் முறைகள் :—

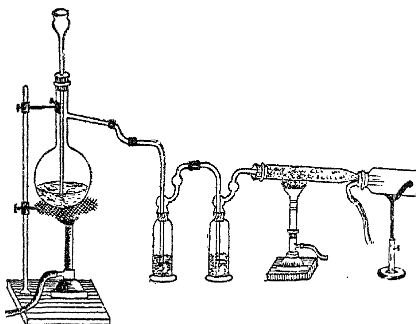
உலோக ஹரிதகைகளைத் தயாரிக்கும் முறைகளைச் சுருக்கமாய்க் குறிப்பிடுவோம்.

(1) நேர் ஸம்யோக முறை (Direct Combination) ஒரு பொருளின்மேல் ஹரிதகத்தைச் செலுத்தித் தயாரித்தல்.


$$2\,Sb+3Cl_2=2SbCl_3.$$

$$2\,As+3Cl_2=2AsCl_3.$$

$$Sn+2\,Cl_2=SnCl_4$$

$$2\,Fe+3\,Cl_2=2FeCl_3$$

$$2\,Al+3Cl_2=2AlCl_3$$

இம்முறையில் நீரற்ற ஹரிதகைகளுண்டாகும். ஓர் உலோகம் பல ஹரிதகைகளைக் கொடுக்குமேயானால் உயர்ந்த ஹரிதகையே இம்முறையில் உண்டாகும். ஹரிதகம் அதிக அளவிலிருக்குமேயாகில் உயர்ந்த ஹரிதகையேதானுண்டாகும். வேண்டிய உலோகத்தைத் தகனக்குழாயிலெடுத்துச் சூடு செய்து அதன்மேல் ஹரிதகத்தைச் செலுத்தி, விளை பொருளை ஒரு கிரஹணீ பாத்திரங்கொண்டு சேகரிக்கவும்.

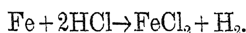


நீரற்ற ஹரிதகையைத் தயாரிக்கும் உபகரணம்.

படம் 85

(2) அப்ஜனக-ஹரிதகை வாயுவை உலோகத்தின் மேல் தாக்கித் தயாரித்தல்;—உலோகம் பல ஹரிதகைகளைக் கொடுக்குமேயாகில், இம்முறை அச-ஹரிதகையையே தரும். மேலும் இம்முறை நீரற்ற ஹரிதகைகளைத் தயாரிக்க, சௌகரியமாயிருக்கிறது. முன்போல் உலோகத் தகடுகளையோ, கம்பிகளையோ, தகனக்குழாயில் எடுத்துச் சூடிட்டு, அப்ஜனக-ஹரிதகையால் தாக்கி, விளைபொருளாகிய நீரற்ற ஹரிதகையை, ஒரு சுத்தமான கிரஹணீ பாத்திரத்திற் சேகரிக்கவும் (படம் 85). பொருள் கெட்டுப் போகாதவண்ணம், கிரஹணீ பாத்திரத்தில், நீரற்ற கால்

ஸிய-ஹரிதகையுள்ள குழாயைச் செருகிவைக்கவும். அதனால், வெளியிலிருந்து நீராவி உட்செல்லாமல் தடுக்கப்படும்.



$$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2.$$

தயாரித்தவுடன் கிராஹணீ பாத்திரத்தைச் செவ்வையாக மூடிப் பத்திரப்படுத்தவும்.

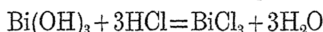
(3) உலோகத்தையோ, அதன் பிராணையையோ, அதன் அப்ஜ-பிராணையையோ, இங்காலிகஜத்தையோ அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்திற் கரைத்து, விலயனத்தை வேண்டிய அளவிற் சுண்டவைத்துக் குளிரவிட, ஹரிதகை ஸ்படிகங்களுண்டாகும். அநேக ஹரிதகைகள் இம்முறையில் தயாரிக்கப்பட, நீர்வியோக விகாரத்தாற் பீடிக்கப்படும். இதைத்தடுக்க, அடிக்கடி விலயனத்துடன் சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தைச் சேர்த்து வற்றவைக்கவும். அநேகமாய் இம்முறையால் நீரற்ற ஹரிதகைகளைத் தயாரிக்க முடியாது. ஏனென்றால், அவைகள் பிரிந்து விகாரிக்கலாம்.



$$Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2$$



$$CuO + 2HCl = CuCl_2 + H_2O$$

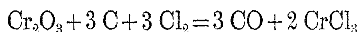


$$Bi(OH)_3 + 3HCl = BiCl_3 + 3H_2O$$



$$BaCO_3 + 2HCl = BaCl_2 + H_2O + CO_2$$

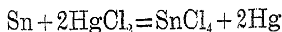
சில சமயங்களில், பிராணைகளைக் கரியுடன் கலந்து சூடுசெய்து, அக்கலவையின்மேல் ஹரிதகத்தைச் செலுத்தலாம். அங்கு, ஹரிதகை சோதனை-உஷ்ணத்தில் ஆவியாக மாறக்கூடியதாயிருக்கவேண்டும்.



$$Cr_2O_3 + 3\,C + 3\,Cl_2 = 3\,CO + 2\,CrCl_3$$

மேற்கண்ட விகாரத்தில், ஹரிதகத்திற்குப்பதிலாக, கந்தக-ஹரிதகை, இங்கால-ஹரிதகை (CCl_4) முதலிய ஹரிதகமூட்டும் பொருள்களுடன் சூடுசெய்ய ஹரிதகைகளுண்டாகும்; இங்கு க்ஷயீகரணமும் (கரி ஒரு நல்ல க்ஷயகாரி) ஹரிதகீகரணமும் சேர்ந்தாப்போல் நடை

பெறுகின்றன. சிலசமயங்களில், உலோகத்தை இரசிக-ஹரிதகையுடன் கலந்து புடமிட்டுத் தயாரிக்கலாம். இம்முறைதான் வெகுநாள்வரையில் அநுஷ்டானத்திலிருந்து வந்தது.



$$Sn + 2HgCl_2 = SnCl_4 + 2Hg$$

(4) அவபாதன முறை:—கரையாத ஹரிதகைகளை இம்முறையால் இலகுவாகத் தயாரிக்கலாம். இதை முன்பேயே குறித்துள்ளோம். தாம்ரச-ஹரிதகையைத் தயாரிக்க தாம்ரிக-ஹரிதகையுடன் தாமிரத்துண்டுகளைச் சேர்த்துச் சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்திற் கொதிக்கவிட்டு, பிறகு திரவத்தைத் தண்ணீரிற் கொட்ட, வெண்மையான தாம்ரச-ஹரிதகை வெளிவந்து படியும்.

உலோகமல்லாத தனிப்பொருள்களின் ஹரிதகைகள் (Non-metallic Chlorides)

பாஸ்வரம், கந்தகம், பாக்கியஜனகம் போன்ற உலோகமல்லாத தனிப்பொருள்களில் அநேகம் ஹரிதகத்துடன் சேர்ந்து, ஹரிதகைகளைக் கொடுக்கும். ஆனால் இவைகளெல்லாம் நிலையற்றவை; நீர்வியோகத்தால் எளிதில் பீடிக்கப்படுபவை. ஏன்? ஹரிதகம் ருண-மின்சாரகுணம் (electronegative) பொருந்திய தனிப்பொருள். உலோகங்கள்யாவும் தன-மின்சாரகுணம் பொருந்தியவை (electro-positive). உலோகமல்லாத தனிப்பொருள்களெல்லாம் ருண-மின்சாரகுணம் பொருந்தியவை. ருண மின்சார குணமுள்ள ஹரிதகம், ருணமின்சாரகுணமுள்ள பாஸ்வரத்துடன் சேர்ந்து பாஸ்வர-ஹரிதகையைக் கொடுப்பதால், அந்த ஹரிதகை நிலையுள்ளதாக இருக்கமாட்டாது. ஆனதுபற்றியே, பாஸ்வர-ஹரிதகை, பாக்கிய ஜனக-ஹரிதகை முதலிய அலோக-ஹரிதகைகள் தண்ணீராற் பீடிக்கப்பட்டு பூராவாக வியோகிக்கின்றன. ஆகையால் நீர்வியோகம், தனிப்பொருளின் ரஸாயன-மின்சார-குணத்திற்கேற்றவாறே இருக்கிறது. ரஸாயன-மின்சார-குணம்,

தனிப்பொருளின் உலோகத்வத்தைப்பொறுத்திருக்கிறது. தனிப்பொருள்களின் ஆவர்த்தனஸம்விபாகத்தைப் பற்றிப் (Periodic classification) பின்னால் ஆராய்ச்சி செய்வோம். இடது பக்கத்திலிருந்து வலதுபக்கமாய்ச் செல்லும் ஓர் ஆவர்த்தனத்திலுள்ள (Period) தனிப் பொருள்களை எடுத்துக்கொள்வோம்.

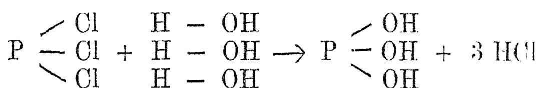
ஸோடியம், மாக்னீஸியம், அலுமீனியம், சிலகம் பாஸ்வரம், கந்தகம், ஹரிதகம்.

இடதுபக்கத்திலிருந்து வலதுபக்கம் போகப்போக, தனிப்பொருளின் உலோகத்வம் குறைந்துகொண்டும், அலோகத்வம் (Non-metallic Character) விருத்தியாகிக் கொண்டும் வருகின்றன. ஸோடிய-ஹரிதகையில் நீர்வியோகம் ஏற்படுவதேயில்லை என்று சொல்லிவிடலாம். ஸோடியம் ஒரு முதல்தரமான உலோகம். மாக்னீஸிய-ஹரிதகையின் விலயனம் அற்ப அளவில் அமில குணம் பொருந்தியதாக இருக்கும். இங்கு நீர்வியோகம் சிறிதளவு ஏற்படும். அலுமீனிய-ஹரிதகை, தண்ணீரிற் கரைய, நீர்வியோகம் இன்னுமதிக அளவில் ஏற்படுவதால், விலயனம் அமில குணம் பொருந்தியதாகவே இருக்கும். சிலக, பாஸ்வர, கந்தக ஹரிதகைகள் தண்ணீரிற் கரைய, நீர் வியோகம் பூரண நிலையிலேற்பட்டுவிடும். இங்கு விலயனமோவ்வொன்றிலும் இரண்டு அமிலங்களுண்டாகும்.

பாக்கியஜனகம், பாஸ்வரம், பாஷாணம், அஞ்சனம், பிஸ்மதம் இவைகள் ஐந்தும் ஒரு குடும்பத்தைச் (group) சேர்ந்தவை. பாக்கியஜனகமும் பாஸ்வரமும் சரியான உலோகமல்லாத தனிப்பொருள்கள். பாஷாணமும் அக்குணமுடையதே. பாஷாண-ஹரிதகையைத் தண்ணீரிற் கரைக்க, நீர்வியோகம் பூரணமாயேற்பட, பாஷாண அமிலமும், அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலமும் உண்டாகும். அஞ்சன-ஹரிதகை, பிஸ்மத-ஹரிதகை இவைகளின் நீர்வியோகத்தைப்பற்றிச் சற்று முன்னுற் கற்றோம். அஞ்சன-ஹரிதகை

தண்ணீருடன் சேர்த்துச் சூடிடப்பட்டாலேயே, பூரண நீர்வியோகமேற்படும். பிஸ்மத-ஹரிதகையை எவ்வளவு நேரந் தண்ணீருடன் கொதிக்கவிட்டாலும் அஸம்பூரண-நீர்வியோகமேற்படுமேயொழிய, பூரண நீர்வியோகமேற்படாது. “பிஸ்மதம் ஓர் உலோகம். ஆனால், அதன் உலோகத்வம் அஸம்பூரண நிலையிலிருக்கிறது” என்று விஷயம் வெளியாகிறது.

பாஸ்வரத்தை ஒரு வாலையிலெடுத்து (Retort) சூடிட்டு, உருகிய பாஸ்வரத்தின் வழியே ஹரிதகத்தைச் செலுத்த, பாஸ்வர-த்ரி-ஹரிதகையுண்டாகும். இன்னும் அதிகமாக ஹரிதகத்தைச் செலுத்த, பஞ்ச-ஹரிதகை உண்டாகும். இவ்விரண்டு ஹரிதகைகளும் தண்ணீருடன் கலக்க, பூரண நீர்வியோகமேற்படும்.



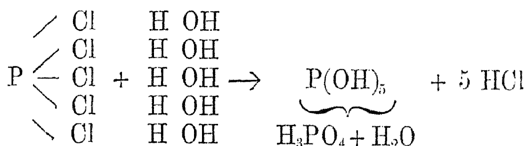
$$P\begin{cases}Cl\\Cl\\Cl\end{cases} + \begin{matrix}H-OH\\H-OH\\H-OH\end{matrix} \rightarrow P\begin{cases}OH\\OH\\OH\end{cases} + 3\,HCl$$

அல்லது,



$$PCl_3+3H_2O \rightarrow H_3PO_3+3\,HCl$$

பாஸ்வர-த்ரி-ஹரிதகை + தண்ணீர் = பாஸ்வரசாமிலம் (Phosphorous acid) + அப்ஜனக-ஹரிதகை



$$P\begin{cases}Cl\\Cl\\Cl\\Cl\\Cl\end{cases} + \begin{matrix}H\ OH\\H\ OH\\H\ OH\\H\ OH\\H\ OH\end{matrix} \rightarrow \underbrace{P(OH)_5}_{H_3PO_4+H_2O} + 5\,HCl$$

அல்லது,



$$PCl_5+4H_2O=H_3PO_4+5HCl$$

பாஸ்வர-பஞ்ச ஹரிதகை + தண்ணீர் = பாஸ்வரிகாமிலம் (Phosphoric acid) + அப்ஜனக-ஹரிதகை

ரஸாயன-மின்சார-குணத்தைத் தாரதரித்துப் பார்க்க, பாஸ்வரத்தின் ருண-மின்சாரத்வம், ஹரிதகத்தை விடக் குறைந்திருக்கிறது. தண்ணீர் H, OH என்ற இரு பாகங்கள் கொண்டதென்று கொள்ளலாம். மின்சார வியோகத்தில் H, ருண துருவத்தில் தோன்றுவதால் அது தன மின்சாரத்வம் பொருந்தியது. OH, ருண மின்சாரத்வம் பொருந்தியது. [இரண்டு OH தன துருவத்தில் தோன்றி விகாரித்துத் தண்ணீராகவும் பிராணவாயுவாகவும் மாறும். $2OH = H_2O + (O)$.] பாஸ்வர-ஹரிதகையிலுள்ள அதிக ருண மின்சாரத்வமுள்ள பாகமாகிய ஹரிதகத்துடன், தனமின்சாரத்வமுள்ள அப்ஜனகம் சேர்ந்து, அப்ஜனக-ஹரிதகையாகவும், ருண மின்சாரத்வம் பொருந்திய OH, குறைந்த ருண மின்சாரத்வம் பொருந்திய பாஸ்வரத்துடன் சேர்ந்து, பாஸ்வர-அமிலமாகவும் மாறுகின்றன.

அத்தியாயம் 19



அமிலங்களும் க்ஷாரங்களும்
(Acids and Bases)

ஆதிகாலத்து ரஸாயன சாஸ்திரிகள் ரஸாயனப் பொருள்களை இரண்டு வர்க்கங்களாகப் பிரித்தார்கள். ஒரு வர்க்கம் காடியின் (Vinegar) குணங்களையும், மற்றொரு வர்க்கம் மரச்சாம்பலின் குணங்களையும் ஒத்திருக்கின்றன. முதல் வர்க்கத்தைச் சேர்ந்தவைகளுக்கு அமிலங்கள் (Acids) என்று பெயரிட்டார்கள். அமிலமென்றது முதன்முதலில் காடியையே குறித்து நின்றது. பின்னால், கடும் புளிப்புள்ள எல்லாப் பொருள்களையும் குறிக்க பொதுவாக "அமிலம்" என்ற பெயர் பிரயோகிக்கப்பட்டது. இரண்டாவது வர்க்கத்தைச் சேர்ந்தவைகளுக்கு ஆங்கிலத்தில் "அல்கலி" (Alkali) என்று பெயரிட்டார்கள். இப்பதத்திற்கு, செடி அல்லது மரச்சாம்பல் என்று பொருள். ஏனென்றால், பல தாவரப் பொருள்களைச் சுட்டுச் சாம்பலாக்கி, இப்பண்டங்களைத் தயாரித்தார்கள். மேல் நாட்டில் இச்சொல் "பொடாஷ்" என்ற க்ஷாரப் பொருளையே [பொடாஷ் (Pot+ash) சாம்பலைத் தண்ணீரிற் கரைத்து விலயனத்தைச் சட்டிகளில் வற்றவைத்துப் புடமிட்டுத் தயாரித்த பொருளுக்கு இப்பெயர் அளிக்கப்பட்டது] வெகுகாலம்வரை குறித்து நின்றது.

நமது நாட்டில், வெகுநாளைக்கு முன்னமேயே இரண்டாவது வர்க்கத்தின் குணங்களை நன்கறிந்திருக்கிறார்கள். சரக-ஸம்ஹிதையும், சுச்ருதஸம்ஹிதையும் இப்பொருள்களைத் தயாரிக்கும் முறைகளைப்பற்றியும் இவைகளின் குணங்களைப்பற்றியும் விரிவாகக் கூறுகின்றன. சரகர் இப்பொருள்களுக்கு க்ஷாரங்கள் என்று பெயரிட்டிருக்

கிறார். 'க்ஷார' என்பது 'க்ஷாரண' என்ற சொல்லி லிருந்து வந்திருக்கிறது. "க்ஷாரணம்" என்ற சொல் லிற்கு, 'இறுத்து வடிகட்டுதல்' என்று பொருள். "இளம் முருக்கமரத்தைத் (Butea Frondosa) துண்டு துண்டாய் வெட்டிச் சுட்டுச் சாம்பலாக்கி, 1 பங்கு சாம்பலை, 4 பங்கு தண்ணீரிற் கரைத்து, துணியில் 21 தரம் வடிகட்டி, க்ஷாரத்தைத் தயாரிக்கவும்." [சரகஸம்ஹிதை]. இதனு லேயே, க்ஷாரம் என்ற பெயர் வந்தது. க்ஷாரமென்ற மொழியிலிருந்து காரமென்ற சொல் தமிழில் வந்தது.

சில பொருள்களை லவணம் என்று குறித்தார்கள். முதன்முதலில் லவணம் அல்லது உப்பு என்பது சமையலி லுபயோகிக்கும் உப்பையே குறித்தது. பின்னல் சுவை யுள்ள பொருள்களுக்கு எல்லாம் இப்பெயர் வந்தது. உப்பு என்று இப்பொழுது பொதுவாய்க் குறித்துக் காண் பிக்கும் பொருளை அமிலஜமென்றும் சொல்லலாம். ஏனென்றால், அமிலங்களை அவ்வித உப்புக்களைக்கொண்டு தயாரிக்கலாகும்.

அமிலங்களுக்கும் க்ஷாரங்களுக்குமுள்ள முக்கிய வேற்றுமைகளைக் கவனிப்போம். ஒவ்வொரு குணத்தை யும் வேண்டியபடி சோதனைசெய்து நிரூபிக்கலாம்.

அமிலங்கள் (Acids)	க்ஷாரங்கள் (Bases)
1. புளிப்புச்சுவையுள்ளவை. (சுண்டின அமிலத்தை நேரே உருசி பார்க்காதே. ஒரு சொட்டை ஒரு கூஜாத் தண்ணீரில் விட்டு விலயனத்தின் சுவையைக் கவனி).	சவுக்காரத்திற்குரிய காரச் சுவையுள்ளவை. (சுண்டின விலயனங்களை உருசிபார்க்கக் கூடாது. அதிகத் தண்ணீரில், சிறிதளவு கரைத்து, உருசி பார்க்கவும்.) விலயனம் வழ வழப்பாயிருக்கும்.

(அமிலங்கள் Acids)	க்ஷாரங்கள் (Bases)
2. பல பொருள்களைக் கரைக்கும். சதை முதலியவைகளை வேக வைக்கும்.	இவற்றின் விலயனங்களில் சில பொருள்களே கரையும். இவையும் வேகவைக்குந் தன்மை பொருந்தியவை.
3. க்ஷார விலயனங்களிற் கரைந்த கந்தகத்தை அவபதிக்கச் செய்யும்.	கந்தகம் இவைகளின் விலயனங்களிற் கரையும்.
4. தாவரப் பொருள்களின் நிறத்தை மாற்றும். நீல லிட்மஸைச் சிவப்பாக மாற்றும்.	அமிலத்தால் மாற்றப்பட்ட நிறத்தை ஒழித்து, பழைய நிறத்தைக் கொடுக்கும். சிவப்பு லிட்மஸை நீலமாக மாற்றும்.
5. க்ஷாரத்துடன் சேர, அமில குணம் அழியும்.	அமிலங்களுடன் சேர, க்ஷார குணம் அழியும்.
6. பொதுவாகச் சொல்லுமிடத்து உலோகங்களுடன் சம்பந்தப்பட, அப்ஜனகம் வெளியேறும். அவற்றுள் விலக்கக்கூடிய அப்ஜனகம் இருக்கும்.	சில உலோகங்கள், சில க்ஷாரங்களிலிருந்து அப்ஜனகத்தை வெளியேற்றும். ஆனால் விலக்கக்கூடிய அப்ஜனகமிருக்க வேணுமென்பது அவசியமில்லை.

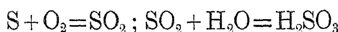
ஆகையால், இவ்விரு இனங்களின் குணங்களும் ஒன்றுக்கொன்று நேர்விரோதமாயிருக்கின்றன. ஆனால், இவ்விரு காரச்சரக்குக்களும் ஒன்றுசேர, அவைகளின் (கடுமையான) சிறப்புக்குணங்கள் அழிந்து, புதிதாய் ஓர் உப்பு உண்டாகிறது. தன் பிறப்புக்குக் காரணமாயிருந்த அமிலம், க்ஷாரம் இவைகளின் கொடிய குணங்களைக் கொள்ளாமல், அமைதியானதும், அபாயமில்லாததுமான (?) குணத்தைக் கொண்டிருக்கிறது இங்குண்டாகிய உப்பு.

அமிலம் + க்ஷாரம் = உப்பு + தண்ணீர்

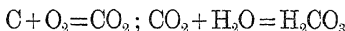
உப்புத்திராவகம் அல்லது அப்ஜ-ஹாரிதகிகாமிலம் + ஸோடா க்ஷாரம் அல்லது ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை = கறி-உப்பு அல்லது ஸோடிய-ஹாரிதகை + தண்ணீர்

அமிலங்கள்

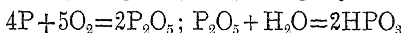
அமிலங்கள் தயாரிக்கும் முறைகளையும், அவைகளின் குணங்களையும், நம்முன்னோர் நன்கு அறிந்திருந்தனர் என்று காட்டக்கூடிய பல ரஸாயன நூல்கள் இருக்கின்றன. அவைகள் பல பொருள்களை எளிதிற் கரைக்கக் கூடிய தன்மைபொருந்தியவையாதலால் அவைகளுக்குத் திராவகங்களென்று பெயரிட்டனரென்று முன்பே கூறியுள்ளோம். பிராணவாயுவைப்பற்றி நாம் வாசித்தபொழுது, லவாசியர் அவ்வாயுவைத் தயாரித்து அதில் பல பொருள்களை எரியவிட்டு, எரிந்ததிலுண்டான விளைபொருள்களைத் தண்ணீரிற் கரைத்து அமிலங்களை அடைந்ததின் பயனாகவே, பிராணவாயுவுக்கு 'ஆக்ஸிஜன்' அதாவது 'அம்லஜனி' என்று பெயரிட்டாரென்பதை அறிந்துகொண்டோம். (பக். 102.)



$$S + O_2 = SO_2 ; SO_2 + H_2O = H_2SO_3$$



$$C + O_2 = CO_2 ; CO_2 + H_2O = H_2CO_3$$



$$4P + 5O_2 = 2P_2O_5 ; P_2O_5 + H_2O = 2HPO_3$$

லவாசியர் பிராணவாயுதான் அமில முண்டாவதற்குக் காரணமென்று நினைத்தார். இதற்கு "லவாசியர் அமில-பிராணவாயு-நியாயம்" (Lavoisier's Oxygen Theory of Acids) என்று பெயர். இந்நியாயம் நீடித்திருக்கவில்லை. ஏனென்றால் (1) சில பிராணைகள் தண்ணீரிற் கரைந்து, கடும் க்ஷாரங்களைக் கொடுக்கின்றன. உதாரணம் :— ஸோடிய-பிராணை, பொட்டாஸிய-பிராணை, கால்ஸிய-பிராணை முதலியன. ஆனதுபற்றியே, ஆங்கில ரஸாயன நிபுணர் டேவி சற்றுக் கேலியாகச் சொன்னார் : "பிரென்ச்

மொழியில் அமிலகுணத்தைக் காட்டுகிற பொருள் இப்பொழுது க்ஷாரகுணத்தையுங் குறிக்கவேண்டும்!"

(2) சில அமிலங்கள் இருக்கின்றன. அவைகளின் சங்கலனத்தில் பிராணவாயுவே இல்லை. 1787-ம் வருஷம் பெர்திலோ என்பவர், அப்ஜனக-கந்தகையும் (H_2S), அப்ஜனக-காலகையும் (HCN) அமிலகுணம் பொருந்தியவையாயிருந்தும் அவைகளில் பிராணவாயு இல்லை என்று காண்பித்தார். ஆனால் லவாசியர்மேலிருந்த நம்பிக்கையும் ரஸாயன உலகத்தில் அவருக்கிருந்த செல்வாக்கும், பெர்திலோ கண்கூடாய்க் காட்டியவைகளை ஒப்புக்கொள்ளச் செய்யவில்லை. ஆனால், டேவி, அப்ஜனக-ஹரிதகை, அப்ஜனக-பாடலகை முதலிய பொருள்கள் பிராணவாயு இல்லாத நிலைமையிலேயே, அமில குணம் பொருந்தியவையென்று சோதனைகளின் பயனாக நிரூபித்து, லவாசியர் நியாயம் தப்பு என்று சாதித்தார். எல்லா அமிலங்களிலும் பிராணவாயு இருக்கவேண்டிய தவசியமில்லை. [ஆனால் நீரற்ற சுத்தமான நிலையில் மேற்கண்ட பொருள்கள் ஒன்றும் அமிலத்திற்குரிய ரஸாயன குணமெதையுங் காண்பிக்காமல் மந்தமாயிருக்கின்றன.]

(3) இன்னும் சில பிராணைகள் தண்ணீரிற் கரையமாட்டா. அவைகளில் அமிலகுணமாவது க்ஷாரகுணமாவது காணப்படுவதில்லை. உதாரணம்:—அயிக-பிராணை Fe_2O_3, பாக்கியமிக-பிராணை, NO.

[இக்குணங்களின் பயனாக, பிராணைகளைப் பல பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். (1) அமில-பிராணைகள் (Acidic Oxides). அநேகமாய் எல்லா உலோகமல்லாத தனிப்பொருள்களின் பிராணைகள் இத்தன்மை பொருந்தியவை. உண்மையில் அவை அமிலங்களாகமாட்டா. அவை தண்ணீரிற் கரைந்து அமிலங்களைக் கொடுக்கின்றன. எனவே, அவற்றை நிர்ஜலாமிலங்கள் (acid anhydrides) என்று குறிப்பிடலாம்.

(2) க்ஷார-பிராணைகள் (Basic Oxides). அநேக உலோகப் பிராணைகள் தண்ணீரிற் கரைந்து, க்ஷாரங்களைக் கொடுக்கின்றன.[1]

(3) நடுநிலை-பிராணைகள் (Neutral Oxides). சில பிராணைகள் தண்ணீரிற் கரைவதில்லை. அவை அமில குணத்தையாவது க்ஷார குணத்தையாவது காட்டுவதில்லை. (உ-ம்) இங்கால-ஏக-பிராணை CO, பாக்கியமிக-பிராணை NO. இப்பிரிவுக்கு முதல்தரமான உதாரணம் அப்ஜனக-பிராணையே (அதாவது தண்ணீர்). அமிலகுணம், க்ஷார குணம் என்பவற்றைச் சிறிதளவிலும் பெறுமல் நடுநிலை கொண்டு நிற்கும் பொருள் தண்ணீரே. சில உலோகப் பிராணைகள் தண்ணீரிற் கரையாவிட்டாலும் அமிலங்களுடன் விகாரிக்கும். அவ்விகாரங்களில் உப்பும் தண்ணீருந் தோன்றும்.

இன்னுஞ் சில பிராணைகளுண்டு. அவையாவன:

(4) உண்மை-பர-பிராணைகள் (True Peroxides) தனிப்பொருளின் ஸம்யோக-சக்திக்கு மேற்பட்ட அளவில் பிராண வாயுவுடன் கூடியதும், அமிலத்துடன்

[1] ஆனால் ஓர் உலோகத்திற்குரிய பிராணைகளில் பிராண வாயுவின் அளவு அதிகமாக ஆக, அமில குணந்தோன்றுகிறது. உ-ம். கிரோமிக-பிராணையும் Cr_2O_3 மாங்கனச-பிராணையும் MnO க்ஷார-பிராணைகள். ஆனால் கிரோமிய-த்ரி-பிராணையும் CrO_3 மாங்கனஜ-ஸப்த-பிராணையும் Mn_2O_7 சரியான அமில-பிராணைகள். இன்னும் ஓர் அலோகத்தின் பிராணைகளில் பிராண வாயு அதிகவளவிலிருக்கும் பிராணை கொடுக்கும் அமிலம், பிராணவாயு குறைந்த அளவிலிருக்கும் பிராணை கொடுக்கும் அமிலத்தைவிடப் பலமானது. உ-ம். கந்தகிகாமிலம் (H_2SO_4) கந்தசாமிலத்தை (H_2SO_3) விடப் பலமுள்ளது. பாக்கியகாமிலம் (HNO_3) பாக்கியசாமிலத்தை (HNO_2) விடப் பலமுள்ளது. இவையெல்லாம் பிராணவாயுவின் அமில குணங்கொடுக்குந்தன்மையைக் காட்டுகின்றன.

சேர்ந்து அப்ஜனக-பர-பிராணையைக் கொடுக்கக்கூடியது மான பிராணையே பர-பிராணையாம்.

(5) பஹு-பிராணைகள் (Poly oxides). ஸம்யோக சக்திக்கு மேற்பட்ட அளவில் பிராணவாயுவுடன் சேர்ந்தும், அமிலத்துடன் சேர்ந்து சாதாரணப் பிராணை கொடுக்கும் உப்பைக் கொடுத்தும், இவ்விகாரத்தில் பிராணவாயுவையோ, அல்லது, அமிலம் விருத்தி செய்யப்படுவதாலுண்டாகும் விளைபொருளையோ கொடுக்கக்கூடியதுமான பிராணையே பஹு-பிராணை எனப்படும். உதாரணம் :— மாங்கனஜ-துவி-பிராணை MnO_2 ஸீஸ-துவி-பிராணை PbO_2.

(6) உப-பிராணைகள் (Sub-oxides). ஸம்யோக சக்திக்குக் குறைந்த அளவில் பிராணவாயுவுடன் சேர்ந்து நிற்கும் பிராணைகளுக்கு உப-பிராணைகளென்று பெயர். அநேகமாய் அவை நிலையற்றவை. (உ-ம்) இங்கால-உப-பிராணை. C_3O_2.

(7) இருதலை-பிராணைகள் (Amphoteric oxides). இன்னுஞ் சில பிராணைகள் உள. அவைகள் அமிலகுணம் க்ஷாரகுணம் என்ற இரண்டு தன்மைகளும்பொருந்தியவை. அப்பிராணைகள் க்ஷாரங்களிலும் அமிலங்களிலும் கரைந்து உப்புக்களைக் கொடுக்கும். உதாரணம் :—அலுமீனிய-பிராணை அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்திற் கரைந்து அலுமீனிய-ஹரிதகையைக் கொடுக்கும். இங்கு, பிராணை க்ஷார குணம் பொருந்தியது. அந்தப் பிராணை ஸோடா க்ஷாரத்திலுங் கரைந்து ஸோடிய-அலுமீனிகஜத்தைக் (Sodium aluminate) கொடுக்கும். இங்கு, பிராணை அமிலகுணம் பொருந்தியது. இவ்விதமான இருதலை மணியம்போன்ற பிராணைகளுக்கு "இருதலை-பிராணைகள்" என்று பெயரிடுவோம். நாக-பிராணை ZnO, வங்கிக-பிராணை SnO_2 இவ்வினத்தைச் சேர்ந்தவை.

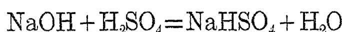
அமில-அப்ஜனக-நியாயம்
(Hydrogen Theory of Acids)

லவாசியருடைய அமில-பிராணவாயு-நியாயத்தின் பலத்தை வரவரச் சோதனைகளிலேற்பட்ட காட்சிகள் குறைத்துக்கொண்டே வந்தன. இவ்விவாதம் பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டு ஆரம்பித்தவுடன் தொடங்கியது. அந்நாளில் ஸ்வீடன் தேசத்து ரஸாயன ஞானி பெர்ஸீலியஸ் (Berzelius) என்பவரே ரஸாயன ராஜ்யத்திற்கு அரசராகவும் சட்ட திட்ட முடிவுகளைக் கொடுப்பவருமாயிருந்தார்; லவாசியர் நியாயத்திற்கு விரோதமான கக்ஷியை ஒப்புக்கொள்ள மறுத்தார். ஏனென்றால், அக்கக்ஷியின் எதிர்வாதம், அவருடைய ரஸாயன-த்வைத-நியாயத்திற்கு (Dualistic Theory) விரோதமாக இருந்தது. அவர் நியாயத்தின்படி, எதிர்குணமுடைய இரண்டு தனிப்பொருள்களோ அல்லது சேர்க்கைப்பொருள்களோதான் விகாரித்து ரஸாயன ஐக்கியப்பொருளைத் தரும். எதிர்குணம் ரஸாயனத்திற்குரியதாயும், மின்சாரத்திற்குரியதாயுமிருக்கும். கந்தகிகாமிலத்தை அவர் SO_3, H_2O என்றும், பாக்கியகாமிலத்தை N_2O_5, H_2O என்றுங் கருதினர். பிராணவாயு அமிலகுணத்திற்கு அவசியமில்லை என்ற சாட்சியம் மறுக்கமுடியாதபடி அதிகரித்துக்கொண்டுவரவே, பெர்ஸீலியஸ் அப்ஜனக-ஹரிதகை போன்ற அமிலங்களையும், பிராணவாயுகொண்ட அமிலங்களையும், இரு பிரிவுகளாக வகுத்து அவைகளிரண்டும் வெவ்வேறு ஜாதி என்றும் வாதாடினர். ஆனால் டேவி, பாடலக-பஞ்ச-பிராணைக்கு இயற்கையாகவே அமிலகுணம் இல்லை, அமிலகுணம் தண்ணீரிற் கலக்கப்பட்டபிறகே உண்டாகிறது என்ற திருஷ்டாந்தத்தின் பயனாக "அப்ஜனகமே அமிலகுணத்துக்குக் காரணம்—பிராணவாயு காரணமல்ல" என்ற நியாயத்தை வெளியிட்டார். இரு கக்ஷியினரும் சமாதானத்திற்கு வந்து அமிலங்களை (1) "அப்ஜ-அமிலம்" (Hydracids) (2) "பிராண-அமிலம்" (Oxy-acids)

என்று இரு வகைகளாகப் பிரித்தனர். இப்பிரிவினை அவசியமா? இப்பிரிவை ஒப்புக்கொள்ள, பிராண-அமிலங்களில் அப்ஜனகம் இருக்கக்கூடாதே. ஆனால், அமிலப் பிராணைகளைத் தண்ணீரிற் கரைத்தபிறகே அமிலங்களுண்டாகின்றன. ஆகையால், இப்பிரிவினையைச் செய்ய என்ன ஆதாரமிருக்கிறது? பெர்ஸீலியஸ் கக்ஷிக்கு விரோதமாகவும் டேவி கக்ஷிக்குச் சாதகமாகவும் தீர்ப்புச்சொல்ல வேண்டியிருக்கிறது. ஒன்றுமட்டும் நிச்சயமாகத் தெரிய வருகிறது. அப்ஜனகமில்லாத அமிலம் ஒன்றுகூடக் காணப்படவில்லை. அமிலகுணத்துக்குக் காரணமாயிருக்கும் அப்ஜனகம் உலோகத்தால் விலக்கப்படும் நிலைமையிலுள்ளது. ஆகையால், விலக்கப்படும் நிலைமையிலுள்ள அப்ஜனகங்கொண்ட பொருளை அமிலம் என்று கருதுவோம். ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்திலிருந்து அலுமீனியம் அப்ஜனகத்தை விலக்கும். விலக்கத்தக்க அப்ஜனகத்தையுடைய பொருளாகிய ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையை அமிலமென்று கூறுவதா என்ற கேள்வி ஏற்படலாம். அது ஓர் முதல்தரமான க்ஷாரமல்லவா? ஆகையால் 'அமிலம்' என்பதற்கு இலக்கணங் கூறுவது எளிதன்று. புளிப்புச் சுவை பொருந்தியதும், லிட்மஸைச் சிவப்பாக்குவதும், க்ஷாரத்துடன் விகாரித்து உப்பையுந் தண்ணீரையுங் கொடுப்பதும், இங்காலிகஜங்களுடன் விகாரித்து (நுரைக்கும்) இங்கால-துவி-பிராணையை வெளிவரச் செய்வதும், பொதுவாய் உலோகங்களைத் தொட்டு நிற்குங்கால் அப்ஜனகத்தை வெளிவிட்டு உப்பைக் கொடுக்கக்கூடியதுமான பொருளே அமிலமாம். அமிலத்தின் சிறப்புக்குணம் யாதெனில் அது தண்ணீரிற் கரைந்து "அப்ஜனக-மின்னணுக்களைக்" (Hydrogen ions) கொடுக்கும். இதைப்பற்றி அடுத்த அத்தியாயத்தில் விரித்துரைப்போம். அப்ஜனக பரமாணுவின் அமைப்பில் ஒரு தனமின் தாதுவும் (Proton) ஒரு மின் பரமாணுவும் (Electron) உள. எனவே மின்சார சம்பந்தமாக அது நடுநிலை பொருந்தியது. அப்ஜனக-மின்

னணுவில் தனமின்தாதுவே உளது. ஆகையால் அது தனமின்சார குணமுடையது.[1]

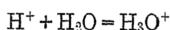
அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தை எடுத்துக்கொள்ளுவோம். ஓர் அணுவில் ஓர் அப்ஜனக பரமாணு இருக்கிறது. அதை உலோகங்கொண்டு விலக்கலாம். உலோகம் ஹரிதகத்துடன் சேர்ந்து ஹரிதகையாகும். அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலம் ஏக-க்ஷாரத்வ-அமிலம் (Monobasic Acid). அது ஒரு விதமான ஹரிதகையையே கொடுக்கும். பாக்கியகாமிலமும் HNO_3 ஏக-க்ஷாரத்வ-அமிலம். அதுவும் ஒரே ஜாதி உப்பையே கொடுக்கும். கந்தகிகாமிலம் துவி-க்ஷாரத்வமுள்ளது. அது இருவகை உப்புக்களைக் கொடுக்கும். ஏனென்றால், ஓர் அணு அமிலத்தில் விலக்கத்தகுந்த இரு அப்ஜனக பரமாணுக்கள் இருக்கின்றன.



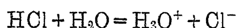
$$NaOH + H_2SO_4 = NaHSO_4 + H_2O$$

கந்தகிகாமிலத்தையும் ஸோடா க்ஷாரத்தையும் அணுபார விகிதத்திற் கலந்தால், ஸோடிய-அமிலோ-கந்தகிகஜம் அல்லது ஸோடிய-அப்ஜனக-கந்தகிகஜமும், தண்ணீரும் உண்டாகும். ($NaHSO_4$=Sodium Acid Sulphate or Hydrogen Sulphate or Bi-sulphate). இவ்வுப்பு அமிலகுணம் பொருந்தியது. அது நீல லிட்மஸைச் சிவப்பாக்கும். அதில் விலக்கும்படியான ஓர் அப்ஜனக பரமாணு இருக்கிறது. ஆகையால் இவ்வுப்பையும் அமில

[1] இத்தன மின்தாது H^+ தனித்த நிலையில் ஒரு கண நேரமே இருக்கவல்லதாகையால், அடியிற்கண்ட சமீகரணங்களின்படி, அது தண்ணீரணுவுடன் கலந்து H_3O^+ மின்னணுவாகிவிடும். அமில-அப்ஜனகை (Acidic Hydride) யிலிருந்து திராவணத்திற்கு இடம்மாறும் தனமின்தாதுவே நீர்விலயனங்களின் அமில குணத்திற்குக் காரணம்.



$$H^+ + H_2O = H_3O^+$$



$$HCl + H_2O = H_3O^+ + Cl^-$$

மென்று வைத்துக்கொள்ளலாம். ஆனதுபற்றியேதான் அதற்கு ஸோடிய-அமிலோ-கந்தகிகஜம் என்று பெயரிடப்பட்டிருக்கிறது.



$$NaHSO_4 + NaOH = Na_2SO_4 + H_2O$$ அல்லது



$$2\ NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2\ H_2O$$

ஸோடிய-அமிலோ-கந்தகிகஜத்துடன் ஸோடா க்ஷாரத்தை அணு-பார விகித அளவிற் சேர்த்தாலும், ஸோடா க்ஷாரத்தைக் கந்தகிகாமிலத்துடன் 2 : 1 என்ற அணு-பார விகிதத்திற் சேர்த்தாலும், ஸோடிய-கந்தகிகஜமும் தண்ணீருமுண்டாகும். கந்தகிகாமிலத்தின் "யதார்த்த உப்பு" அல்லது "கிரம உப்பு" (Normal Salt) இதுவே. இதை நடுநிலை அல்லது பக்ஷபாதமில்லாத உப்பு (Neutral Salt) என்றுஞ் சொல்லலாம். இதனால் நாம் தெரிந்துகொள்ளுவது என்னவெனில் "அமிலத்திலிருந்து விலக்கப்படத்தக்க அப்ஜனக பரமாணுக்கள் எல்லாவற்றையும் விலக்கிய பிறகு உண்டான யதார்த்த உப்பு நடுநிலைமையிலிருக்கவேண்டும். அது அமிலகுணத்தையும் க்ஷாரகுணத்தையும் காட்டாது" என்பதுதான். ஆனால் இதற்கு விரோதமாய்ப் பல உப்புகள் இருக்கின்றன. மயில் துத்தம் ($CuSO_4$), அலுமீனிய-ஹரிதகை ($AlCl_3$) முதலிய உப்புக்கள் யதார்த்த உப்புக்களே. ஆனால் அவைகளைத் தண்ணீரிற் கரைத்து அவ்விலயனங்களை லிட்மஸ் தாள் கொண்டு சோதிக்க, விலயனங்களில் அமில குணம் காணப்படும். 'தார்த்த உப்புகளாகிய, ஸோடா உப்பு (Na_2CO_3) வெண் 'ரம் ($Na_2B_4O_7$ Borax) முதலிய உப்புக்களைத் தண்ணீரிற் 'ரத்து முன்போல் சோதிக்க, க்ஷாரகுணம் காணப்படும். 'கையால், ஓர் அமிலத்திலுள்ள விலக்கப்படத்தக்க அப்ஜ பரமாணுக்களை முற்றிலும் விலக்கிய பிறகுண்டான 'புக்களெல்லாம் நடுநிலை உப்பாக இருக்கவேண்டியது 'ியமில்லை. இதன் காரணத்தைப் பின்னாற் காண்

பாஸ்வரிகாமிலத்தை எடுத்துக்கொள்ளுவோம். அதன் அமைப்பை H_3PO_4 என்ற சங்கேதம் காட்டுகிறது. ஓர் அணு அமிலத்தில், மூன்று விலக்கப்படும் அப்ஜனக பரமாணுக்களிருக்கிறபடியால் இவ்வமிலம் மூன்று வகை உப்புக்களைக் (பாஸ்வரிகஜங்களை) கொடுக்கும். அது த்ரி-க்ஷாரத்வ-அமிலம் (Tribasic Acid). ஸோடிய பாஸ்வரி கஜங்கள் மூன்று.

(1) NaH_2PO_4 ஸோடிய முதல் பாஸ்வரிகஜம் (Primary Sodium Phosphate) அல்லது ஏக-ஸோடிய-துவி-அப்ஜனக-பாஸ்வரிகஜம்.

(2) Na_2HPO_4 ஸோடிய-இரண்டாம் பாஸ்வரிகஜம் (Secondary Sodium Phosphate) அல்லது துவி-ஸோடிய-ஏக அப்ஜனக பாஸ்வரிகஜம். இதுதான் சாதாரண ஸோடிய-பாஸ்வரிகஜத்தைக் குறிக்கிறது.

(3) Na_3PO_4 ஸோடிய மூன்றும் பாஸ்வரிகஜம் (Tertiary Sodium Phosphate) அல்லது த்ரி-ஸோடிய-பாஸ்வரிகஜம் (Trisodium Phosphate) அல்லது யதார்த்த ஸோடிய-பாஸ்வரிகஜம் (Normal Sodium Phosphate).

நமது வரையறுத்தலின்படி 1, 2-வது உப்புக்கள் அமில-உப்புக்கள். ஏனென்றால், அவைகளில் விலக்கும் படியான அப்ஜனகம் இருக்கிறது. மூன்றுவது உப்பே நியாயப்படி சமநிலை பொருந்தியதாயிருக்கவேண்டும். முதலாவது உப்பின் விலயனம், நீல லிட்மஸ் தாளைச்சிவப் பாக மாற்றும். ஆனதால் அந்த உப்பு அமில குணத்தைக் காட்டுகிறது. இரண்டாவது உப்பின் விலயனம், எதிர் பார்ப்பதற்கு விரோதமாய், லிட்மஸ் நிறத்தைச் சற்று நீல மாக மாற்றும். இவ்வுப்பு க்ஷாராமிலஜம்போல் பாவனை செய்கிறது. இன்னும் மூன்றுவது உப்பின் விலயனம், எதிர் பார்ப்பதற்கு விரோதமாகவே, சிவப்பு லிட்மஸ் தாளை நல்ல நீலமாக்கும். இக்குணம் க்ஷாரத்தின் குண மாகும். இங்கு உண்மையில் யதார்த்த உப்பின் விலயனம்

க்ஷாரம்போல் நடிக்கிறது. ஆகையால், லிட்மஸ் சோதனை கொண்டே ஓர் உப்பு அமில உப்பா, யதார்த்த உப்பா, க்ஷார உப்பா என்று சொல்லமுடியாது. இதை மறுபடியும் காரமழித்தல் என்னும் விஷயத்தினடியில் விவரிப்போம்.

இன்னும், ஓரணு அமிலத்திலுள்ள எல்லா அப்ஜனக பரமாணுக்களும் விலக்கப்பட முடியாது. அணு சங்கேதத்தைப் பார்த்தமாத்திரத்திலேயே அதிலுள்ள அப்ஜனக பரமாணுக்கேற்றவாறு, அமிலத்தின் க்ஷாரத்வத்தைச் சொல்லிவிட முடியாது. உதாரணமாக, காடி அல்லது சாராயிகாமிலத்தின் (acetic acid) அணுசங்கேதம் $C_2H_4O_2$. ஓர் அணுவில் நான்கு அப்ஜனக பரமாணுக்கள் இருக்கின்றன. அந்த அமிலம் சதுர்-க்ஷாரத்வம் பொருந்தியதா? இல்லை. இதிலுள்ள அப்ஜனக பரமாணுக்களில் ஒன்றுதான் விலக்கப்படும் நிலைமையிலிருக்கிறது. விலக்கப்படும் அப்ஜனகமே அமிலகுணத்துக்குக் காரணமாகையால், காடி ஏக-க்ஷாரத்வ-அமிலமே. உப்புத் திராவகம், வெடியுப்புத் திராவகம் என்பவற்றைப்போல், இவ்வமிலமும் ஒருவகை உப்பையே கொடுக்கிறது. ஏக-க்ஷாரத்வமுள்ள அமிலம், அமில உப்புக்களைக் கொடுக்கமாட்டாது.

அமிலத்தின் க்ஷாரத்வத்தை அளவிட அமில-அணுவிலுள்ள விலக்கப்படத்தக்க அப்ஜனக பரமாணுக்களின் எண்ணிக்கை தெரியவேண்டும்.

அமிலத்தின் க்ஷாரத்வம் (Basicity of an acid) = ஓர் அணு அமிலத்திலுள்ள விலக்கப்படும் அப்ஜனக பரமாணுக்களின் எண்ணிக்கை [1].

அமிலத்திற்குரிய அப்ஜனகத்தை, உலோகமோ, அல்லது அதன் பிராணையோ, அல்லது அப்ஜ-பிராணையோ,

[1] The basicity of an acid is a number representing the number of replaceable hydrogen atoms in a molecule of the acid.

அல்லது இங்காலிகஜமோ அமிலத்துடன் விகாரித்து விலக்கவல்லது.

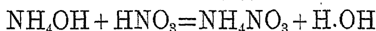
ஆகையால், அமிலகுணத்திற்குக் காரணம் விலக்கப்படும் அப்ஜனகமென்று வெளியாகிறது. உண்மையில் இந்த அப்ஜனகம், விலயனத்தில் அப்ஜனக-மின்னணு (Hydrogen-ion) ரூபமாகவே இருக்கும். எனவே **"அமிலகுணத்திற்குக் காரணம் அப்ஜனக-மின்னணுவேயாம்."**[1]

க்ஷாரங்கள் (Bases)

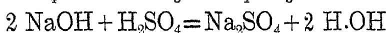
க்ஷாரங்கள் அமிலங்களுடன் சேர்ந்து, அமிலகுணத்தை அழித்து, தமது க்ஷாரகுணத்தையுமிழந்து, உப்புக்களையும் தண்ணீரையும் கொடுக்கின்றன. அமில-க்ஷார விகாரத்தில் தண்ணீர் ஒரு முக்கிய விளைபொருள்.



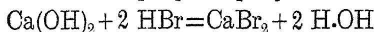
$$KOH + HCl = KCl + H.OH$$



$$NH_4OH + HNO_3 = NH_4NO_3 + H.OH$$



$$2\ NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2\ H.OH$$



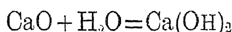
$$Ca(OH)_2 + 2\ HBr = CaBr_2 + 2\ H.OH$$

கவனித்துப் பார்ப்போமானால், அமிலத்திற்குரிய அப்ஜனகம், க்ஷாரத்தின் அப்ஜ-பிராணை மூலத்துடன் (Hydroxyl Radical) சேர்ந்து தண்ணீராகிறது என்றும், க்ஷாரத்திலுள்ள உலோகமூலம் அமிலத்திலுள்ள அலோக மூலத்துடன் சேர்ந்து உப்பாகிறது என்றும், வெளியாகிறது. ஆகையால், க்ஷாரம் என்ற பொருள் அமில குணத்தை அழிக்கக்கூடியது. உலோகத்தின் அப்ஜ-பிராணையை க்ஷாரம் என்றே சொல்லலாம்.

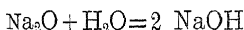
---

[1] 457-வது பக்கத்திற் குறித்தபடி, இந்நாளில் அமிலத்தை 'தனமின்தாது-தாதா' அல்லது 'தனமின்தாது-ஈவோன்' (Proton-Donor) என்றே கருதுகிறோம். எனவே க்ஷாரத்திற்கு தனமின்தாதுவைக் கொடுக்கும் பொருளே அமிலமாம். (An acid is a substance which will give up a proton to a base.)

விலக்கப்படும் அப்ஜனகத்தைக் கொண்டிருப்பது அமிலம். அப்ஜனகம் உலோகத்தால் விலக்கப்படும். ஆகையால் விலக்கப்படும் அப்ஜ-பிராணை மூலத்தைக்கொண்டிருப்பது க்ஷாரம். அல்லது, க்ஷாரத்தில் அப்ஜ-பிராணை மூலம் உலோகமல்லாத பொருளால் விலக்கப்படும். அமிலத்திற்குக் கூறியவண்ணம் க்ஷாரம் என்பதற்கும் இலக்கணங் கூறுவோம். சவுக்காரத்திற்குரிய சுவை பொருந்தியதும், லிட்மஸை நீலமாக்குவதும், அமிலத்துடன் விகாரித்து உப்பையுந் தண்ணீரையுங் கொடுப்பதுமான பொருளே க்ஷாரமாம். பொதுவாக உலோகப் பிராணைகளும் உலோக அப்ஜ-பிராணைகளும் க்ஷாரங்கள். உலோகப் பிராணை தண்ணீருடன் சேர்ந்து அப்ஜ-பிராணையாக மாறும்.



$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$$



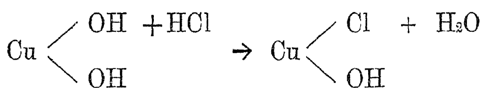
$$Na_2O + H_2O = 2\ NaOH$$

சில தனிப்பொருள்கள் கூடிய மூலங்கள் உலோகம் போல் நடிக்கும். அமோனிய-அப்ஜ-பிராணை NH_4OH (Ammonium hydroxide) இவ்வகையைச் சேர்ந்த ஒரு க்ஷாரம். க்ஷாரத்தைத் தண்ணீரிற் கரைக்க அப்ஜ-பிராணை மின்னணுக்கள் (Hydroxyl ions) உண்டாகின்றன என்பதை அடுத்த அத்தியாயத்திற் காண்போம். எனவே **“க்ஷாரகுணத்துக்குக் காரணம் அப்ஜ-பிராணை-மின்னணுவேயாம்.”** [1]

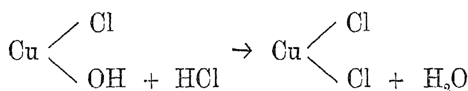
அமிலங்களின் க்ஷாரத்வத்தை அளந்ததுபோல், க்ஷாரங்களின் அமிலத்வத்தை அளவிடலாம். ஸோடிய-

[1] 461-ம் பக்கத்திலுள்ள குறிப்பிற்கிணங்க, க்ஷாரத்தை, ‘தனமின்தாது-ஆதாதா’ அல்லது ‘தனமின்தாது-ஏற்போன்’ (Proton-Acceptor) என்று கருதுவோம். எனவே, அமிலத்திலிருந்து தனமின்தாதுவை ஏற்கும் பொருளே க்ஷாரமாம். (A base is a substance which will accept a proton from an acid.)

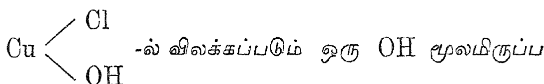
அப்ஜ-பிராணை ($NaOH$) அணுவில் ஓர் அப்ஜ-பிராணை மூலம் இருப்பதால் அதை "ஏக-அமிலத்வ-க்ஷாரம்," Mono-acidic-base) என்போம். பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணை (KOH), அமோனிய-அப்ஜ-பிராணை (NH_4OH), இவைகளும் ஏக-அமிலத்வ-க்ஷாரங்களுக்கு உதாரணம். இந்த 'OH' ஓர் அலோக மூலத்தால், விலக்கப்படும். நீற்றின சுண்ணும்பு $Ca(OH)_2$, பேரிய-அப்ஜ-பிராணை $Ba(OH)_2$, தாமிர-அப்ஜ-பிராணை $Cu(OH)_2$ போன்ற க்ஷாரங்கள் துவி-அமிலத்வ-க்ஷாரங்கள் : இவற்றின் ஒவ்வோர் அணுவிலும் இரண்டு 'OH' மூலங்களிருக்கின்றன. இவைகளைத் தனித்தனியே-அலோக மூலங்கொண்டு விலக்கலாம்.



$$Cu\begin{cases}OH + HCl\\OH\end{cases} \rightarrow Cu\begin{cases}Cl + H_2O\\OH\end{cases}$$



$$Cu\begin{cases}Cl\\OH + HCl\end{cases} \rightarrow Cu\begin{cases}Cl\\Cl + H_2O\end{cases}$$



$Cu\begin{cases}Cl\\OH\end{cases}$-ல் விலக்கப்படும் ஒரு OH மூலமிருப்பதால் அது ஒரு க்ஷார-உப்பாகும் (Basic Salt). அதைத் தாமிர-க்ஷார-ஹரிதகை என்று சொல்லலாம்.

க்ஷாரத்தின் அமிலத்வம் (Acidity of a base) = ஓர் அணு க்ஷாரத்திலுள்ள விலக்கப்படத்தக்க அல்லது வீரிய அப்ஜ-பிராணை மூலங்களின் எண்ணிக்கை. [1]

ஆங்கிலத்தில், அமிலத்துடன் விகாரித்து உப்பாகவும் தண்ணீராகவும் மாறக்கூடிய உலோகப் பிராணைக்கும்

---

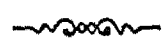
[1] The acidity of a base is a number representing the number of reactive hydroxyl groups in one molecule of the base.

உலோக-அப்ஜ-பிராணைக்கும் பொதுவாக 'பேஸ்' (Base) என்ற பெயரும், கடுங்கார குணமுடையதும் தண்ணீரில் எளிதிற் கரைந்து ஸோப்பைப்போல் வழவழப்பான விலயனத்தைக் கொடுக்கக்கூடியதுமான க்ஷாரத்திற்கு 'அல்கலி' (Alkali) என்ற பெயரும் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

அமிலங்களை, அவை ரஸாயன விகாரங்களில் ஈடுபட்டு அவ்விகாரங்கள் நடக்குந் திறனுக்கேற்றவாறு, 'பலமுள்ள அமிலங்கள்' (Strong acids) 'பலங்குறைந்த அமிலங்கள்' (Weak acids) என்றும், அதேவிதமாக க்ஷாரங்களை, 'பலமுள்ள க்ஷாரங்கள்' (Strong bases), 'பலங்குறைந்த க்ஷாரங்கள்' (Weak bases) என்றும் பாகுபடுத்தலாம். இதைப்பற்றி அடுத்த அத்தியாயத்தில் விரித்துரைப்போம்.

அமிலங்களும் க்ஷாரங்களும் விகாரிக்குங்காலுண்டாகும் உப்புக்களைப்பற்றி 22-வது அத்தியாயத்தில் விரிவாகக் கூறுவோம்.

அத்தியாயம் 20



மின்னணு சங்கல்பம் (Ionic Hypothesis)

மின்சார ஓட்டத்திற்குச் சாதகமாயிருக்கும் பொருள்களை இரண்டு வகுப்புக்களாகப் பிரிக்கலாம். (1) முதல் வகுப்பு வாஹிகள் (Conductors of the First class). இப்பொருள்கள், மின்சாரத்தை நன்கு கடத்திச் செல்லும். இச்சமயத்தில் ரஸாயன விகாரமேற்படாது. இவற்றை உலோக-வாஹிகள் (metallic conductors) என்றுஞ் சொல்வதுண்டு.

உ-ம். தாமிரம், இரஸம், இரும்பு, லேகலோஹம் (graphile). இவற்றின் வழியே மின்சாரஞ் செல்லும்பொழுது அவை சூடாகலாம். அங்கு சில பௌதிக விகாரங்கள்தான் தோன்றும்.

(2) இரண்டாவது வகுப்பு வாஹிகள். இவைகள் மின்னணுஜனகங்கள் (Electrolytes or Ionogens)

உ-ம். அமில விலயனங்கள், க்ஷார விலயனங்கள், உப்பு விலயனங்கள். ஆனால் இவற்றுள் மின்சாரஞ் செல்லும்பொழுது, விலயனங்களில் ரஸாயன விகாரங்கள் ஏற்பட்டே தீரும். இவைகள்தான் நம்முடைய விவகாரத்திற்கு முக்கியமானவை. சுத்தமான தண்ணீரும், ஈரமற்ற அப்ஜனக-ஹரிதகைத் திரவமும் மின்சார அவாஹிகளாயிருக்கின்றன.[1] பரிபூரணமாய்ச் சுத்த நிலையிலுள்ள அமிலங்களும் க்ஷாரங்களும் உப்புக்களும் சாதாரணநிலையில் அவாஹிகளாகவேயிருக்கின்றன. ஆனால் தண்ணீரிற் கரைக்கப்பட்டபிறகு, மின்சார ஓட்டத்திற்கு அவை அனுகூலமாயிருக்கின்றன. சுத்தத்தண்ணீரும், சுத்த-அமில

[1] இது முற்றிலுஞ் சரியல்ல. மிகச் சுத்தமான தண்ணீரும் வெகு அற்ப அளவில் மின்சாரத்தைக் கடத்தவல்லது.

மும் (தனித்தனியே) அவாஹிகள். ஆனால் இரண்டுஞ் சேர்ந்த விலயனம், மின்சார-வாஹியாயிருப்பது ஆச்சரியம். உப்புக்கள் உருகின நிலையில் மின்சாரவாஹிகளாக மாறுகின்றன. தண்ணீரைத்தவிர வேறு சில திராவணங்களும் இக்குணம் பொருந்தியவை.

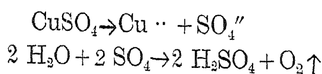
பொருள்களுக்குள் மின்சாரம் செல்லும்பொழுது ஏற்படுவதாலுண்டாகும் ரஸாயன விகாரத்திற்கு 'மின்வியோகம்' அல்லது 'மின்விபாகம்' (Electrolysis) என்று பெயர். இவ்விகாரத்தைப்பற்றி முன்பே கவனித்துள்ளோம். விலயன-மின்சாரவாஹியில், அமைக்கப்பட்டுள்ள உலோகத் தகடுகளுக்கு 'மின்துருவங்கள்' அல்லது, 'மின்வாய்கள்' (Electrodes) என்று பெயர். மின்னுசயத்தின் தனதுருவத்துடன் (Positive Pole of the Battery) பிணைக்கப்பட்டிருக்கும் தகட்டை 'அனோட்' (Anode) அல்லது 'மேல்-கோடி' அல்லது 'மின்-உள்-வழி' அல்லது 'நேர்மின்வாய்' என்று சொல்லலாம். ஏனென்றால், மின்சாரம் இங்கே நுழைந்தே விலயனத்திற்குட் செல்லும். மின்சாரவாஹியை விட்டு வெளியே செல்லவிடும் தகட்டை, 'காதோட்' (Cathode) அல்லது 'கீழ்-கோடி' அல்லது 'மின்-வெளி-வழி' அல்லது 'எதிர்மின்வாய்' என்று சொல்லுவோம். இது மின்னுசயத்தின் ருணதுருவத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

சில உதாரணங்களைக் கவனிப்போம்.

(1) அமிலித்த தண்ணீருக்குள் மின்சாரத்தைச் செலுத்தத் தண்ணீர் அப்ஜனகமாகவும் பிராணவாயுவாகவும் பிரிக்கப்படுகிறது. அப்ஜனகம் ருணதுருவத்திலும் பிராணவாயு தனதுருவத்திலுந் தோன்றும். (பக்கம் 222.)

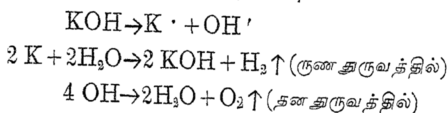
(2) அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தைக் கரிக்கோடிகளைக் கொண்டு மின்சாரிக்க (உலோகக் கோடிகளை ஹரிதகம் அரித்துவிடும்) ருணதுருவத்தில் அப்ஜனகமும் தனதுருவத்தில் ஹரிதகமும் தோன்றும். (பக்கம். 427)

(3) தாமிர-கந்தகிகஜ விலயனத்தைப் பிளாடினக் கோடிகளுக்கிடையே மின்சாரிக்க, தாமிரம் பிளாடின ருணதுருவத்திற் படியும். தனதுருவத்தில் பிராணவாயு தோன்றும். இங்கு SO_4 தனதுருவத்தில் தோன்றவேண்டுமே என்று நினைக்கலாம். அது துருவத்தில் தோன்றியவுடன் தண்ணீருடன் விகாரித்துக் கந்தகிகாமிலமாகவும் பிராணவாயுவாகவும் மாறும்.



$$CuSO_4 \rightarrow Cu^{\cdot\cdot} + SO_4''$$
$$2\,H_2O + 2\,SO_4 \rightarrow 2\,H_2SO_4 + O_2\uparrow$$

(4) பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்தை மின்சாரிக்க அது பொட்டாஸியமாகவும் அப்ஜ-பிராணை மூலமாகவும் பிரியும். பொட்டாஸியம் ருணதுருவத்தில் தோன்றி தண்ணீருடன் விகாரித்து பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணையாக மாறி அப்ஜனகத்தை வெளிவிடும். தனதுருவத்தில் அப்ஜ-பிராணை மூலங்கள் தம்முள் விகாரித்துத் தண்ணீராகவும் பிராணவாயுவாகவும் மாறும்.



$$KOH \rightarrow K^{\cdot} + OH'$$
$$2\,K + 2H_2O \rightarrow 2\,KOH + H_2\uparrow$$ (ருணதுருவத்தில்)
$$4\,OH \rightarrow 2H_2O + O_2\uparrow$$ (தனதுருவத்தில்)

மேற்கண்ட 3, 4-வது சோதனைகளில் இரு விகாரங்கள் ஏற்படுவதைக் கவனிக்கவும்.

(5) இன்னும், ஸோடிய-கந்தகிகஜ விலயனத்தில் நீலநிறம்பொருந்திய லிட்மஸ் சாயத்தைச் சேர்த்து, இந்த திராவகத்தை வோல்டாமானியில் எடுத்துக்கொண்டு மின்சாரத்தை ஓடும்படி செய். கீழ்க்கோடியிலும் மேற்கோடியிலும், மின்சாரஞ் செல்லத்தொடங்கிய க்ஷணமே, வாயுக்கள் குமிழிக்கும். மேற்கோடியினருகில் விலயனம் சிவப்பதையும், கீழ்க்கோடியினருகில் நீலமாவதையுங் கவனி. இந்நிற மாறுபாடு மேற்கோடியினருகில் அமிலமும், கீழ்க்கோடியினருகில் க்ஷாரமும் உண்டாகின்றன

என்பதைக் காண்பிக்கிறது. இன்னும், மேற்கோடியில் பிராணவாயுவும், கீழ்க்கோடியில் அப்ஜனகமுமே வெளி வருவதென்பதையும் தெரிந்துகொள்ளலாம். துருவங் களிலேயே ரஸாயன விகார விளைவுப் பொருள்கள் தோன் றுவதையும், துருவங்களுக்கிடையேயுள்ள திரவத்தின் பருமனில், வித்தியாசம் ஏற்படவில்லையென்பதையுங் கவனி.

இம்மின்வியோகத்தில் ஸோடியம் ருணதுருவத்தில் தோன்றி ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையாக மாறி அப்ஜன கத்தை வெளியேறச்செய்கிறது. க்ஷாரம் உண்டாவதால் அத்துருவத்தில் நீலநிறந் தோன்றுகிறது. SO_4 தனதுருவத் தில் தண்ணீருடன் விகாரித்துக் கந்தககாமிலமாக மாறிப் பிராணவாயுவை வெளிவிடுகிறது. அமிலமுண்டாவதால் அங்கு சிவப்புநிறந் தோன்றுகிறது.

முதன்முதலில் பெர்ஸீலியஸ், ரஸாயன ஸம்யோகத் திற்கும் வியோகத்திற்கும், மின்சாரமே காரணமென்று கூறினர். "தனிப்பொருளொவ்வொன்றின் பரமாணுவும் ஒரு காந்தத்துண்டைப்போல் உள்ளது. ஆனால் அதி லுள்ள இரண்டு துருவங்களும் ஒரே அளவில் மின்சாரிக்கப் படவில்லை. எத்துருவம் அதிக பலமுள்ளதாகவிருக்கி றதோ, அக்குணமுடையதாகவே அத்தனிப்பொருள் நடிக் கிறது. ஆகையால், தனிப்பொருள்கள் தன-மின்சார சக்தியுடையதாகவோ, ருண-மின்சார சக்தியுடையதா கவோவிருக்கும். இரண்டு தனிப்பொருள்கள் ஸம்யோகிக் கும்பொழுது, அவைகளின் மாறுதலான நுனிகள் அருகே இழுக்கப்பட்டு, தன-ருண மின்சாரங்கள் ஒன்றையொன்று தாக்கி, மின்சாரம் விடுதலையடைகிறது. இவ்விடுதலை சூடாகவோ, ஒளியாகவோ தோன்றும். இப்படி உண்டா கிய பொருள்களிலும் ஒருவித மின்சாரகுணம் மிஞ்சிநிற்க லாம். அவ்விதப் பொருள்களில் தன மின்சாரப் பொருள், ருண மின்சாரப் பொருளுடன் மறுபடியுங் கூடி ஸம்யோ

கிக்கலாம்.'' இவ்விதமாக விவகரித்து, பெர்ஸீலியஸ் தனிப் பொருள்களை அதிக தனமின்சார குணம்பொருந்திய பொட்டாஸியத்தை முதலிலும், ருண-மின்சார குணம் அதிக அளவிலுள்ள பிராணவாயுவைக் கடைசியிலும், மற்ற தனிப்பொருள்களை அவையவைகளின் மின்சாரகுண மானத்திற்கேற்றவாறு இடையிலும் அமைத்து ஒருஜாப்தா தயார்செய்தார். இதற்கு 'மின்சார-ரஸாயன-அடுக்கு' (Electro-Chemical Series) என்று பெயர். இந்த ஜாப் தாவைக் கீழே கொடுத்துள்ளோம். பெர்ஸீலியஸின் ஜாப்தாவில் அவருக்குப்பின் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட சில தனிப்பொருள்களையும் அமைத்து அடியிற்கண்ட ஜாப்தா தயாரிக்கப்பட்டிருக்கிறது.

தனிப்பொருள்களின் மின்சார-ரஸாயன அடுக்கு

ஸீஸியம் (Caesium) ருபீடியம் (Rubidium) பொட்டாஸியம் (Potassium) ஸோடியம் (Sodium) லிதியம் (Lithium) பேரியம் (Barium) ஸ்ட்ரான்ஷியம் (Strontium) கால்ஸியம் (Calcium) மாக்னீஸியம் (Magnesium) அலுமீனியம் (Aluminium) கிரோமியம் (Chromium) மாங்கனஜம் (Manganese) நாகம் (Zinc) காட்மியம் (Cadmium) அயம் (இரும்பு) (Iron) கோபாதம் (Cobalt) நிக்கலம் (Nickel) வங்கம் (வெள்ளீயம்) (Tin)	உலோகங்கள்.

ஸீஸம் (காரீயம்) (Lead)
அப்ஜனகம்* (Hydrogen)
அஞ்சனம் (Antimony)
பிஸ்மதம் (Bismuth)
பாஷாணம் (Arsenic)
தாமிரம் (Copper)
இரஸம் (Mercury)
இரஜதம் (வெள்ளி) (Silver)
பல்லேடியம் (Palladium)
பிளாடினம் (Platinum)
ஸ்வர்ணம் (தங்கம்) (Gold)
இறிடியம் (Iridium)
ரோடியம் (Rhodium)
ஆஸ்மியம் (Osmium)

} உலோகங்கள்.

சிலகம் (Silicon)
இங்காலம் (கரி) (Carbon)
பொறனம் (Boron)
பாக்கியஜனகம் (Nitrogen)
சாந்த்ரம் (Selenium)
பாஸ்வரம் (Phosphorus)
கந்தகம் (Sulphur)
பாடலகம் (Iodine)
இரக்தகம் (Bromine)
ஹரிதகம் (Chlorine)
பிராணம் (பிராணவாயு) (Oxygen)
காசாதம் (Fluorine)

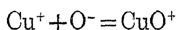
} அலோகங்கள்.

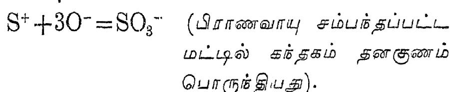
மேற்பாகத்தில் உலோகங்களும், கீழ்ப்பாகத்தில் அலோகங்களுமமைந்திருப்பதைக்காண். இன்னும் இந்த ஜாப்தாவைப் பார்த்தே, எந்தத் தனிப்பொருள் எந்தெந்தத் தனிப்பொருள்களால் விலக்கப்படுமென்பதைத் தெரிந்து

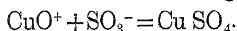
* அப்ஜனகம் உலோக வர்க்கத்திலும், ஜாப்தாவின் மத்தியிலும் அமைந்திருப்பதைக் கவனிக்க.

கொள்ளலாம். ஒருபொருள் அதற்கு மேலேயுள்ள பொருள்களால் விலக்கப்படும். (142-வது பக்கத்தையும் பார்க்க.)

ஓர் உதாரணத்தை எடுத்துக்கொள்ளுவோம். பெர்ஸீலியஸின் கொள்கைப்படி, தாமிரம் தன-மின்சார குணமுடையது. பிராணவாயு ருண-மின்சார குணமுடையது. ஆகையால், இரண்டும் ஸம்யோகித்து, தாம்ரிக-பிராணையாக ஆகும். தாம்ரிக-பிராணையில், தன-மின்சாரகுணம் மிஞ்சி நிற்கும். அதேமாதிரி, கந்தகமும் பிராணவாயுவும் ஸம்யோகித்துண்டான கந்தக-த்ரி-பிராணையில் ருண-மின்சார-குணம் மிஞ்சிநிற்கும். ஆகையால், தாம்ரிக-பிராணையும் கந்தக-த்ரி-பிராணையும் ஸம்யோகிக்க இடமிருக்கிறது. அவை ஸம்யோகித்து, தாம்ரிக-கந்தகிகஜத்தைக் கொடுக்கும்.


$$Cu^{+} + O^{-} = CuO^{+}$$


$$S^{+} + 3O^{-} = SO_3^{-}$$ (பிராணவாயு சம்பந்தப்பட்டமட்டில் கந்தகம் தனகுணம் பொருந்தியது).


$$CuO^{+} + SO_3^{-} = Cu\,SO_4.$$

இவ்விதமாக, பல ஸம்யோகங்களின் காரணத்தைப் பெர்ஸீலியஸ் அழகாய் விவரித்தார். இன்னும், சேர்க்கைப் பொருள்களுக்கு மின்சாரத்தை ஊட்டினால், அவைகள் தனிப் பொருள்களாக மாறுகின்றன. அப்ஜனகம், பிராணவாயு சேர்ந்த தண்ணீரை, மின்சாரத்தால் வியோகிக்க, மேற்கண்ட இரண்டு தனிப்பொருள்களும் வெளிவருகின்றன. ஸோடிய-ஹரிதகையை, உருகின நிலையில் மின்சாரிக்க, ஸோடியமும் ஹரிதகமும் பிரிந்து, தனிப் பொருள்களாகவே வெளிவருகின்றன. ஸோடியம் ஹரிதகம் ஸம்யோகித்த ஸமயத்தில், மின்சார நஷ்டம் ஏற்பட்டு உப்பு உண்டாகியது. மின்சாரத்தை உப்பிற்குக் கொடுக்க, நஷ்டமாகிய மின்சாரத்தை ஸோடியமும் ஹரிதகமும் பெற்று, பழைய நிலைமைக்கு, (வியோகமுறையில்) வருகின்றன. இச்சாதுர்யமான விவகாரம், பலமுறைகளை விளக்கச்செய்தது. பெர்ஸீலியஸின் கீர்த்தியும் உயர்ந்தது.

ஆனால், முன்னெடுத்துக்கொண்ட தாம்ரிக-கந்தகிக ஜத்தை (விலயனத்தை) மின்சாரித்தால், தாம்ரிக-பிராணை யும் கந்தக-த்ரி-பிராணையுமல்லவா வெளிவரவேண்டும்? ஆனால், தாமிரம் ஒரு துருவத்திலும், பிராணவாயு மற்றொரு துருவத்திலும் வெளிவருகின்றன. இத்தோற்றம் பெர்ஸீலியஸின் கொள்கைக்கு நேர்விரோதமாயிருக்கிறது. இதுமாதிரியான பல ஆக்ஷேபனைகள் வரவர, இந்த பெர்ஸீலியஸின் மின்சார "த்வைத-கொள்கை" யின் (Dualistic Theory) பலங் குறைந்துகொண்டேவந்தது.

தண்ணீராவது, சாதாரண நிலைமையில் உப்பாவது மின்வாஹிகளாயில்லாதபொழுது, உப்பு தண்ணீரிற் கரைந்தபிறகு, அங்குண்டாகும் விலயனம் மின் வாஹியாக இருப்பதின் காரணம் என்ன? பாரடே (Faraday) இதற்கு ஒருவிதமாகப் பதிலளித்தார் (1832)[1]. கரைந்த

[1] பாரடே மின்வியோக விகாரங்களை ஆராய்ச்சிசெய்து சில நியாயங்களை வெளியிட்டார். 288-ம் பக்கம் பார்க்க.

மின்னணுக்கொள்கைக்கிணங்கியவாறு பாரடேயின் இரண்டு நியாயங்களுக்கும் இலக்கணங்கூறுவோம்.

1. மின்வியோகத்தில் வெளிப்படும் மின்னணுவின் நிறை மின்திரவத்திற்குட் செல்லும் மின்சார அளவிற்கு நேர்விகித ஸாம்யமாக இருக்கிறது. [மின்சார அளவு = ஆம்பியர் × காலம் (விநாடி)].

2. ஒரே மின்சார ஓட்டத்தில் வெளிப்படும் மின்னணுக்களின் நிறைகள் அவ்வவற்றின் சமான எடைகளுக்கேற்றவாறே இருக்கின்றன.

இரண்டாவது நியாயத்தை வேறுவிதமாகவுங் கூறுவதுண்டு. ஒரு கிராம் சமான எடைப் பொருளை வெளிப்படுத்துவதற்குத் தேவையாயிருக்கும் மின்சாரம் 96540 கூலும்புகள் (Coulombs). இந்த அளவிற்கு ஒரு பாரடே என்னும் பெயர். மின் வியோகத்தில் ஒரு பாரடே மின்சாரம் ஒரு கிராம்-சமான எடையுள்ள மின்னணுவை வெளிப்படுத்தும்.

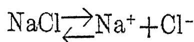
(The weight of an ion liberated in electrolysis is proportional to the quantity of electricity that has passed through the electrolyte. The quantity of electricity required to liberate one gram-equivalent of an ion is called 1 faraday and is equal to 96540 coulombs.)

பொருள் மின்துருவங்களுக்கு இழுக்கப்பட்டு, அங்கு சென்று, துருவங்களைத் தொட்டவுடன் விகாரமேற்படுகிறது. இவ்விதம் துருவங்களை நோக்கி நகர்ந்த திவலைகளுக்கு "அயான்" என்ற பெயரை அவர் கொடுத்தார் (Ion=Traveller or Wanderer). அதை நாம் யாத்திரிகன் அல்லது காமி அல்லது செல்லி என்று அழைக்கலாம். மேற் கோடியை நோக்கிச் செல்லும் (அயான்) காமிக்கு "அனியான்" (anion) அல்லது உத்காமி அல்லது நேர் செல்லி என்றும், கீழ்த்துருவத்தை நோக்கிச் செல்லும் காமிக்கு அவகாமி அல்லது எதிர்செல்லி (Cation or Kation) என்றும் பெயரிடலாம். உத்காமி என்றால் மேல் நோக்கிச் செல்பவன் என்றும் அவகாமி என்றால் கீழ் நோக்கிச் செல்பவன் என்றும் பொருள். சற்றுப் பின்னால் இவைகளின் அமைப்பை அறிவோம். இவைகள் மின்சாரங்கூடிய பரமாணுக்களாகவும் அல்லது மின்சாரங்கூடிய பரமாணுக் கூட்டங்களாகவும் (மூலங்கள்) இருக்கின்றன. பொருள்களின் அணுக்களே சுயேச்சையாய் இருக்கக்கூடிய நிலைமைபொருந்தியவை என்பதும் அணுவாவது, பரமாணுவாவது, மின்சாரிக்கப்பட்ட நிலையிலில்லை என்பதும் நமக்குத் தெரியும். மின்சாரிக்கப்பட்ட பரமாணுவும், மின்சாரிக்கப்பட்ட மூலங்களும் (radicals) சுயேச்சையாய் இருக்க முடியும். ஆகையால் உத்காமியை, ருண-மின்-அணு என்றும், (Negatively Charged Particle) அவகாமியை தன-மின்-அணு (Positively Charged Particle) என்றும், சொல்லலாம். தன-துருவத்தை நாடிச் செல்லும் அணுவுக்கு தனணு என்றும், ருண-துருவத்தை நாடிச்செல்லுமணுவுக்கு ருணணு என்றும் பெயரிடலாமென்று சிலர் கருதுகிறார்கள்.

[ஒரே பொருளைக் குறிக்கப் பல பெயர்களிருக்கின்றன. ஆனால் ஒரு பொருளுக்கு ஒரு பெயரிருப்பதே நலம். ஆங்கிலப் பெயர்கொண்டு அழைக்காமல் நமது பாஷையில் பெயரிடவேண்டுமென்று நினைத்தால், முதலில் எப்பெயரைக்

கொடுப்பது என்று நிச்சயிப்பது சிரமமே. மேலே குறிப்பிட்ட ஒவ்வொரு பெயரும் பொருத்தமாயிருக்கிறது. இவைகளில் ஒன்றைத் தேர்ந்து எடுக்க, நம் நாட்டு ரஸாயன சாஸ்திரிகள் ஒன்றுகூடிப்பரியாலோசனை செய்து முடிவுக்கு வரவேண்டும்.]

இந்த "அயான்" அல்லது மின்னணுக்கொள்கை, மின்-வியோகத்தை எவ்விதம் தெளிவுபடுத்துகிறது? க்ரோத்தஸ் (Grotthus 1805), க்ளாஸியஸ் (Clausius 1857), ஆர்ஹீனியஸ் (Arrhenius 1887), இவர்கள் வெளியிட்ட அபிப்பிராயங்கள் சரித்திர முறையிற் கவனிக்க வெகு அழகாகவும் சாதுர்யமாகவுமிருக்கின்றன. ஆனால் அவைகளைப்பற்றி விரிவாகக்கூற இங்கு இடமில்லை. ஆர்ஹீனியஸே கடைசியில் ஓர் அபூர்வமான சங்கல்பத்தைவெளியிட்டார். அதன் சாராம்சமாவது :—மின்னணு ஜனகங்களாயிருக்கும் ரஸாயனப் பொருள்கள் தண்ணீரிற் கரைந்தவுடன் திட்டமான அளவில் தனணு (anion)ருணணு (cation) என்னும் இரண்டு எதிர்வித மின்சார குணமுள்ள அணுக்களாகவாவது அணுக்கூட்டங்களாகவாவது பிரிகின்றன. ஆனால், பொருள் முழுவதும் சாதாரணமாக இவ்விதம் பிரிந்துவிடுகிறதில்லை. மேலும் உண்டாகிய மின்னணுக்கள் ஐக்கியமாகிப் பழைய பொருளாக ஆகிக்கொண்டிருக்கும். இது திரும்பவும் மின்னணுக்களாகப் பிரியும். கடைசியாக ஒரு திட்டமான சாமிய ஸ்திதி (சலனசமநிலை) ஏற்படும். அதாவது உஷ்ணநிலை, விலயன வீரியம் முதலியவை மாறாமலிருக்க, எடுத்துக்கொண்ட விலயனத்திலுள்ள மின்னணுக்களாகப் பிரிந்துநிற்கும் அணுக்களுக்கும் மின்னணுக்களாகப் பிரியாத அணுக்களுக்குமுள்ள விகிதம் ஒரு மாறுவிராசியாகக் காணப்படும். இம்மாறுவிராசிக்கு 'மின்னணுவாக்க-மாறுவிராசி' (Ionisation Constant) என்று பெயர். சாதாரண உப்பு சம்பந்தப்பட்டமட்டில் இப்பிரிவினையைக் கீழ்வரும் சமீகரணங்கொண்டு காண்பிக்கலாம்.



$$NaCl \rightleftarrows Na^+ + Cl^-$$

இவ்விகாரத்தின் மின்னணுவாக்க-மாறுவிராசியைக் கீழ்க்கண்ட சமீகரணத்தாற் காட்டலாம்.

$$\text{மா (மாறுவிராசி)} = \frac{[Na^{+}\text{வின் அடர்த்தி}] \times [Cl^{-}\text{இன் அடர்த்தி}]}{[NaCl]\text{ இன் அடர்த்தி}}$$

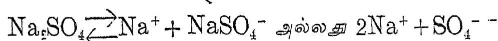
ஒரு கிராம் அணுபார உப்பு ஒரு லீட்டர் விலயனத்தி லிருக்கும் நிலைமையில், 18°சல், நூற்றிற்கு சுமார் 75 பங்கு உப்பு மின்னணுக்களாகப் பிரிந்துநிற்கும். விலயனத்தை நீர்க்கச்செய்ய நீர்க்கச்செய்ய, இவ்விதப் பிரிப்பு அதிகப் பட்டுக்கொண்டேவருகிறது. உதாரணமாக ஒரு கிராம்-அணுபார-உப்பு 10 லீட்டர் விலயனத்திற் கரைந்து நிற்க சுமார் 86% அளவிலும், 100 லீட்டரில் கரைந்திருக்க சுமார் 94% அளவிலும் 10,000 லீட்டரிற் கரைந்திருக்க அநேகமாய் முற்றிலும், மின்னணுக்களாகப் பிரியும். இன்னும் இவ்விதப் பிரிவின் அளவு விலயனத்தின் உஷ்ணநிலையையும் திராவணத்தின் தன்மையையும், விலயனத்தில் மற்ற மின்னணுக்கள் இருத்தலேயும் அல்லது இல்லாததையும் பொறுத்திருக்கிறது. அநேகமாய், உஷ்ணம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க மின்னணுக்களாகப் பிரியும் அளவும் அதிகரிக்கும். இம்மின்னணுப்பிரிவுக்கு, மற்றத் திராவணங்களை விட தண்ணீர் மிக மேலானதென்று தெரியவருகிறது. ஒரு மின்னணுஜனகத்தைக் கரைத்து அவ்விலயனத்துடன் எடுத்த பொருளிலிருக்கும் ஏதாவதொரு மின்னணுவைக் கொண்ட வேறொரு பொருளைச் சேர்க்க, எடுத்த பொருளின் மின்னணுப்பிரிவு குறைவுபடும். ஒரு மின்னணு ஜனக விலயனத்தின் மின்சார-வாஹகத்வம் (Electrical Conductivity) விலயனத்திலுள்ள மின்னணுக்களின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்திருக்கிறது. இன்னுஞ் சில உப்புக்கள் மின்னணுக்களாகப் பிரிவதைக் கீழே குறிப்போம்.



$$AgNO_3 \rightleftarrows Ag^{+} + NO_3^{-}$$



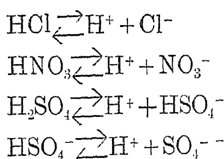
$$KClO_3 \rightleftarrows K^{+} + ClO_3^{-}$$



$$Na_2SO_4 \rightleftarrows Na^{+} + NaSO_4^{-} \text{ அல்லது } 2Na^{+} + SO_4^{--}$$

மின்னணுக்களாகப் பிரிந்த நிலையில் உலோக மின்னணுக்களின் (தன) மின்சார அளவும், அமில மின்னணுக்களின் (ருண) மின்சார அளவும், சமமாயிருக்கவேண்டும்.

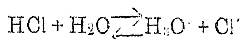
அமிலங்களெல்லாம், தண்ணீரிற் கரைய அப்ஜனக-மின்னணுக்களாகவும், அமில மின்னணுக்களாகவும் திட்டமான அளவில் பிரிகின்றன.



$$HCl \rightleftarrows H^+ + Cl^-$$
$$HNO_3 \rightleftarrows H^+ + NO_3^-$$
$$H_2SO_4 \rightleftarrows H^+ + HSO_4^-$$
$$HSO_4^- \rightleftarrows H^+ + SO_4^{--}$$

எல்லா அமிலங்களினின்றும் அப்ஜனகம் மின்னணுவாகப் பிரியும். இம்மின்சார விச்சேத வியோகத்தின் (electrolytic dissociation) அளவே, அதாவது பிரிவின் பகுதியே, அமிலத்தின் வீரியத்தையும் பலத்தையுங் குறிக்கும்.[1] அமிலங்களின் பலங்களை, தாரதம்ய நிலையில் ஒப்பிட்டுப் பார்க்க, மற்ற முறைகளைவிட இம்முறை (அதாவது சமான எடை விகிதத்தில் ஒரே அளவுள்ள விலயனத்தில் அமிலங்கள் எவ்வளவு மின்னணுக்களாக வியோகிக்கிறதென்பதை அளவிடும் முறை) சரியானதாயிருக்கிறது. அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலம் பலமுள்ளதா, கந்தகிகாமிலம் பலமுள்ளதா என்ற சந்தேகம் முன்பு ஏற்பட்டதல்லவா? (பக்கம் 426-427) ரஸாயனச் சோதனைகள் சந்தேகத்தை விலக்கவில்லை. இம் மின்வியோகமுறை இதைத் தெளிவுபடுத்தும். பின்வரும் ஜாப்தாவில் அமிலங்களின் தாரதம்ய பலத்தைக் காண்க.

[1] ஓர் அமிலத்தின் பலம் அது தண்ணீரைப்போன்ற, ஒரு க்ஷாரத்திற்கு அப்ஜனக-மின்னணுவைக் (அதாவது ஜலஜன் தாதுவை) கொடுக்கும் சித்தத்தைப் (ஆயத்தத்தை) பொறுத்துளது.



$$HCl + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + Cl^-$$

(The strength of an acid is now defined by its readiness to give a hydrogen ion or proton to a base such as water.)

மாறுகக் குறிப்பிடாதவரையில், 18°சல் கிராம் சமான எடையளவில் அமிலங்கள் ஒரு லீட்டர் விலயனத்திலுள்ள நிலைமையில் தராதர-பலம் கீழே குறிக்கப்பட்டிருக்கிறது.

பாக்கியகாமிலம் (Nitric acid)	0·82
ஷை சுண்டினது 62%	0·097
அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலம் HCl	0·80
ஷை சுண்டினது 62%	0·138
கந்தகிகாமிலம் (Sulphuric acid) $H—HSO_4$	0·51
பாஸ்வரிகாமிலம் (Phosphoric acid)	0·20
கந்தசாமிலம் 25°ச (Sulphurous acid)	0·13
பாக்கியசாமிலம் 25°ச (Nitrous acid)	0·02
இங்காலிகாமிலம் 25°ச (Carbonic acid) $H—HCO_3$	0·0006
அப்ஜனக-கந்தகை 25°ச (Hydrogen Sulphide) H_2S	0·00024

இந்த ஜாப்தா, அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலம் கந்தகிகாமிலத்தைவிடப் பலமுள்ளது என்றும் அவைகளின் பலம் 32 : 51 என்ற விகிதத்திலிருக்கிறதென்றும் தெளிவாக்குகிறது.

[கிராம்-சமான எடை அளவிலுள்ள ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையுடனாவது பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணையுடனாவது ஒரு கிராம்-சமான எடை அளவிலுள்ள அமிலங்கள் (பல அசேதன-அமிலங்களும் சேதன அமிலங்களும் சோதிக்கப்பட்டன) விகாரிக்கும்பொழுது அங்கு வெளித்தோன்றிய உஷ்ணம் கிட்டத்தட்ட ஓரளவிலேயே காணப்படுகிறது. வெகுநாள் வரையில் இதற்குச் சரியான சமாதானங் கூறமுடியவில்லை. சில அமிலங்களின் காரமழித்தலுக்குரிய உஷ்ணங்களைக் (Heat of neutralization) கீழே காண்க.

அமிலம்	காரமழித்தலுக்குரிய உஷ்ணம்.
பாக்கியகாமிலம்	13700 தா.
அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலம்	13700 தா.
கந்தகிகாமிலம்	15600 தா.
அப்ஜ-இரக்தகிகாமிலம்	13800 தா.
அப்ஜ-பாடலகிகாமிலம்	13700 தா.
பாஸ்வரிகாமிலம்	14830 தா.
ஆக்ஸாலிகாமிலம்	14100 தா.
அப்ஜ-காசாதிகாமிலம்	16300 தா.
சாராயிகாமிலம்	13400 தா.

பலமான அமிலங்களின் காரமழித்தலுக்குரிய உஷ்ணம் (13700 தா.) ஒரே அளவிலிருப்பதையும், பலங் குறைந்த அமிலங்களில், அவ்வுஷ்ணம் வித்தியாசப்பட்டிருப்பதையுங் கவனிக்க. இதைப்பற்றிப் பின்னால் மறுபடியுங் கவனிப்போம்].

க்ஷாரங்களும் தண்ணீரிற் கரைய, மின்னணுக்களாக ஒரு திட்ட அளவில் விபாகிக்கின்றன. உலோக-மின்னணு தனமின்னணுவாகவும் அப்ஜ - பிராணை - மூல - மின்னணு ருணமின்னணுவாகவும் பிரிகின்றன.



$$KOH \rightarrow K^{+} + OH^{-}$$



$$Ca(OH)_2 \rightarrow Ca^{++} + 2\,OH^{-}$$

[தன-மின்சாரிக்கப்பட்டதை + குறிகொண்டும், ருண-மின்சாரிக்கப்பட்டதை — குறிகொண்டும் காட்டுவதற்குப் பதிலாக, + குறியைப் புள்ளியாலும், — குறியைச் சிறிய சாய்ந்த கோட்டாலும் அடையாளமிடலாம். உதாரணம் :— $NaCl \rightleftarrows Na^{\cdot} + Cl'$]

ஒரு க்ஷாரத்தின் பலம் அது தண்ணீரிற் கரைந்து மின்னணுவாகப் பிரியும் அளவை ஒத்திருக்கிறது. கார

மான க்ஷாரங்கள் தண்ணீரிற் கரைய, அதிகபாகம் மின்னணுக்களாக மாறும். க்ஷாரங்களின் தாரதர பலம் கீழே குறிப்பிடப்பட்டிருக்கிறது.

ஒரு லீட்டர் விலயனத்தில் ஒரு சமான எடை க்ஷாரத்தைக் கரைக்க, க்ஷாரங்களின் பலங்கள்—(மாறாகக் குறிப்பிடாதவைகளைத் தவிர.)

18°ச-ல் பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணை (Potassium Hydroxide)	0·77
18°ச-ல் ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை (Sodium Hydroxide)	0·73
25°ச-ல் கால்ஸிய-அப்ஜ-பிராணை (Calcium Hydroxide) $\frac{N}{64}$	0·90
25°ச-ல் இரஜத-அப்ஜ-பிராணை (Silver Hydroxide) $\frac{N}{4630}$	0·64
18°ச-ல் அமோனிய-அப்ஜ-பிராணை (Ammonium Hydroxide)	0·004

பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணை அதிக பலமுள்ளதென்றும், அமோனிய-அப்ஜ-பிராணை அற்ப பலமுள்ளதென்றும் தெரியவருகிறது.

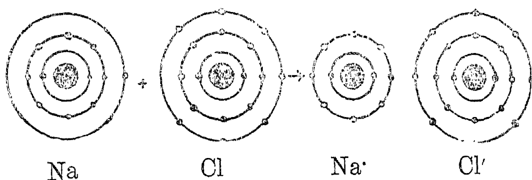
ஆகையால், மின்னணுஜனகங்களாக இருக்கும் ரஸாயனப் பொருள்கள் எல்லாம், தண்ணீரிற் கரைந்தவுடன் ஏதோ ஒரு திட்ட அளவில் மின்னணுக்களாகப் பிரிகின்றன என்பதும், இம்மின்னணுக்களே, மின்சாரத்தை விலயனத்தின் வழியாக வகித்துச் செல்லுகின்றன என்பதும், மின்னணுவாகப் பிரியாத பொருள்களும், அவைகளைக் கரைக்குந் திரவங்களும், (அதாவது திராவணங்களும்) மின்சார ஓட்டத்திற்கு வாஹிகள் அல்ல என்பதும், விலயனத்தில் மின்னணுக்கள் அதிகமாக இருக்க இருக்க, அவ்

விலயனத்தின் மின்சாரத்தைக் கடத்துந்திறன், அதாவது மின்சார-வாஹகத்வம் அதிகமாகிறது என்றுந் தெரிய வருகிறது.

சாதாரண நிலேயில், இம்மின்னணுக்கள் விலயனத்தில் தாறுமாருக நகர்ந்துகொண்டிருக்கும். விலயனத்தில் துருவங்களே அமைத்து மின்சாரத்தைச் செலுத்திய க்ஷணம் முதல் மின்னணுக்கள், எதிர்விதமாய் மின்சாரிக்கப்பட்ட துருவங்களால் இழுக்கப்பட்டு அவற்றை நோக்கிச்செல்லுகின்றன. அவைகள் துருவங்களுக்குச் சென்றவுடன், தங்களிடத்திலுள்ள மின்சாரத்தைக் கொடுத்துவிட்டு, சாதாரணத் தனிப்பொருள்களாகவோ, மூலங்களாகவோ விடுதலேயடைகின்றன. சிலசமயங்களில், இவ்விடுதலேயடைந்த பொருள்கள் அப்படியே வெளிவரலாம். உதாரணம்.—(1) உருகிய இரஜத-ஹரிதகை, மின்வியோகத்தில், இரஜதமாகவும் ஹரிதகமாகவும் வெளித்தோன்றுகிறது. (2) அல்லது வெளிவந்த பொருள்கள் திராவணங்களுடன் விகாரிக்கின்றன. $Na_3SO_4 \rightarrow 2Na^{\cdot} + SO_4''$. $2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2\uparrow$. $2SO_4 + 2H_2O \rightarrow 2H_2SO_4 + O_2\uparrow$. இன்னுஞ் சில சமயங்களில், இவ்விதம் வெளியாகிய பொருள்கள் துருவங்களேத்தாக்கி விகாரிக்கலாம்.

இந்த மின்னணு நியாயத்திற்கும் சில ஆட்சேபனேகளுண்டு. உதாரணமாக, சாதாரண உப்புகரைந்த விலயனத்தைக் கவனிப்போம். விலயனத்தில் ஸோடியமும் ஹரிதகமும் சுயேச்சையாயிருக்க முடியுமா? அவைகள் உடனே தண்ணீருடன் விகாரிக்காதா? இரண்டும் ஸம்யோகித்துவிடாதா? இவைகள் சாதாரணமாய்ப் பரமாணு நிலேயில் இருக்கவில்லே; மின்சாரங் கொண்டவைகளாக இருக்கின்றன. இவ்விரண்டு நிலேமைகளுக்கும் எவ்வளவோ வித்தியாசமுண்டு. மின்சாரத்வம் துருவங்களால் அழிக்கப்பட்டவுடனேதான், தங்கள் ஸ்வபாவ பரமாணு நிலேமைக்கு அவை வருகின்றன. அதன்பின்தான் தண்ணீருடன் விகாரிக்கும்.

இந்நியாயத்தைச் சரியான ஆதாரங்கொண்டு இந்நாளில் நிலைநிறுத்தலாம். பரமாணு அமைப்பைப் பின்னால் விரிவாகக் கவனிப்போம். இதற்கு வேண்டிய அளவில் இங்கு சொல்லுவோம். பரமாணு மண்டலத்தில், நடுவே, தன-மின்சாரித்த-பீஜமும் (Positively Charged nucleus) அதைச் சுற்றி விருத்தப் பாதைகளிற் சுழன்றுகொண்டிருக்கும் மின்சாரப் பரமாணுக்களும் இருக்கின்றன என்று முன்பே கற்றோம். சூனியபத்தியிலுள்ள தனிப் பொருள்களின் (Zero-group elements) பரமாணு மண்டலங்களில் ஆதிவெளி விருத்தப் பாதையில் எட்டு மின்சாரப் பரமாணுக்கள் அமைந்திருக்கின்றன. நூதனம் முதலிய சூனிய பத்தியிலுள்ள தனிப் பொருள்கள் யாவும் ரஸாயன விகாரத்திற் சேர்ந்துகொள்ளாது. அதாவது, அவைகளின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் 0. பரமாணு அமைப்பில் வெளிப்பாகத்தில் எட்டு மின்சாரப் பரமாணுக்கள் இருக்குமேயாகில், அவ்வமைப்புக்கொண்ட பொருள் மந்தமாயிருப்பதுடன், ரஸாயன விகாரத்தில் ஈடுபடாதென்றும் வெளியாகின்றதல்லவா? ஸோடியமும் ஹரிதகமும் சேர்ந்து உப்பு ஆவதைப் பரமாணு அமைப்பைக் காட்டக்கூடிய படங்கொண்டு காட்டுவோம்.



Na Cl Na· Cl′

ஸோடிய-பரமாணு மண்டலத்தின் வெளிவட்டத்தில் ஒரு மின்பரமாணு இருக்கிறது. ஹரிதக பரமாணு மண்டலத்தின் வெளிவட்டத்தில் 7 மின்பரமாணுக்களிருக்கின்றன. இரண்டு பரமாணுக்களும் மின்-சமநிலையிலிருக்கின்றன. ஆதி வெளிவட்டத்திலிருக்கும் மின்பரமாணுக்களே ரஸாயன விகாரத்திற்குக் காரணம். ஸோடியமும்

ஹரிதகமும் வெகு சுறுசுறுப்புள்ளவைகள். இரண்டும் ஸம்யோகிக்கும்பொழுது, ஸோடியம் தன் மண்டலத்தின் ஆதி வெளிவட்டத்திலுள்ள ஒரு மின்பரமாணுவைத் தானம்செய்ய, ஹரிதகமும் அதை ஆவலுடன் ஏற்று, தன் மண்டலத்தின் ஆதி வெளிவட்டத்திலுள்ள காலி யிடத்தில் வைத்துக்கொள்ளுகிறது. இந்த மின் பரமாணு தானமும் இடப் பெயர்ச்சியுமே ரஸாயன விகாரத்திற்கு முக்கிய காரணம். ஒரு மின்பரமாணு இடப் பெயர்ச்சி ஏற்படுவதை நாம் ஸம்யோக சக்தி மானத்தின் (Valency) மூல அளவாகக்கொண்டு, அதை ஒரு சிறு கோட்டாற் காண்பிக்கிறோம்.

குறிப்பு:—ரஸாயன விகாரங்களில் ஏக-ஸம்யோக-சக்தியுடைய ஒரு தனிப்பொருளின் ஒரு பரமாணு ஒரு மின்பரமாணுவைத் தானம் செய்யும், அல்லது ஏற்றுக் கொள்ளும். துவி-ஸம்யோக-சக்தியுடைய பரமாணு, 2 மின் பரமாணுக்களைக் கொடுக்கும் அல்லது அடையும். (சில ஸம்யோகங்களில், மின்பரமாணுப் பெயர்ச்சி ஏற்படாமல், இருதனிப்பொருள்களின் பரமாணுக்களுக்கும் பொதுவாக மின்பரமாணுக்கள் அமைந்து நிற்கும். இதைப்பற்றிப் பின்னோர் அத்தியாயத்தில் கவனிப்போம்). ஆகையால் ஸம்யோக-சக்தியைக் காட்டக்கூடிய எண், உரிய-பரமாணு-அமைப்பில், விகாரத்திற்குப் பிறகு ஏற்பட்ட மின்பர மாணு எண்ணிக்கையின் வித்தியாசம். உலோகங்களை கொடையாளிகளாகவும், அலோகங்களை மேற்படி சன்மா னத்தை ஏற்றுக்கொள்ளுபவைகளாகவும் இருக்கின்றன. தானங் கொடுக்கப்படும் பொருள் மின்பரமாணுக்களே. இவைகள் உலோக பரமாணு மண்டலத்திலிருந்து, உலோக மல்லாத பொருள்களின் பரமாணு மண்டலத்திற்குச் செல்லுகின்றன. ஒவ்வொரு மின்பரமாணுவும் ருணா-மின்சாரம் பொருந்தியது. உலோக-பரமாணு மண்டலத் திலிருந்து ஒரு ருண மின்பரமாணு சென்றுவிட மண்டலம் தனமின்சார குணமுடையதாக ஆகிறது. ஸோடியப் பர

டாணு ஒரு மின்பரமாணுவை இழந்து, ஸோடிய-அயான் அல்லது மின்னணுவாக மாறுதலடைகிறது. அதேவித மாக, ஹரிதகப் பரமாணு மண்டலத்தில் இந்த ருண-மின் பரமாணு போய்ச்சேர, அது ருண மின்சாரகுணமடைந்து, ஹரிதக மின்னணுவாக மாறுகிறது. இந்த மின்னணுக் கள் இரண்டும் தங்கள் தங்கள் முன்னோராகிய பரமாணுக் களிலிருந்து, வித்தியாசப்பட்ட நிலையிலிருக்கின்றன. மின் னணு மண்டலங்களின் அமைப்பை உற்றுப்பார். ஸோடிய மின்னணு மண்டலத்திலும், ஹரிதக மின்னணு மண்ட லத்திலும், ஆதி வெளி வட்டங்களில் 8 மின் பரமாணுக் கள் அமைந்துள. இவ்வமைப்பு சூனிய-ஸம்யோக சக்தி பொருந்திய தனிப் பொருள்களை ஒத்தே இருக்கிறது. ஆகையால், மின்னணுக்கள் ரஸாயன விகாரங்களில், ஈடு படாதவை. ஸோடிய-பரமாணு ரஸாயன விகாரங்களிற் சுறுசுறுப்புள்ளது. ஆனால் ஸோடிய மின்னணு, மந்தமா னது. மின்சார பரமாணுப் பெயர்ச்சியால், தனிப் பொரு ளின், தன்மையே மாறிவிடுகிறது. இந்த விவகாரம், ஆர் ஹீனியஸ், மின்சார விசேஷ வியோக நியாயத்திற்குப் (Electrolytic dissociation) பெரிய ஆதாரமாயிருக்கிறது. இது ரஸாயன விகாரத்தின் காரணத்தையும் தெளிவுபடக் காட்டுகிறது. ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் என்னவென்பதை யும் விளக்குகிறது.

பெர்ஸீலியஸின் மின்சார-ரஸாயனக் கொள்கையை யொட்டித் தற்கால ஆராய்ச்சிகளும் ரஸாயன-ஸம்யோக-வியோக விகாரங்களுக்கு மின்சாரமே காரணமென்று தெரிவிக்கின்றன.

ரஸாயன சரித்திரத்தைக் கவனிக்குமிடத்து, ஒருகா லத்தில் சங்கற்பித்த கொள்கை, நாளடைவில் மாறுபட் டுக்கொண்டுவந்தும் சிலகாலத்திற்குப்பின், புது ஆராய்ச்சி களின் பயனாகத் திரும்பவும் அங்கீகரிக்கப்படுவது ஆச்சரிய மாயிருக்கிறதல்லவா?

அணுபார நிர்ணய முறைகளைக் கவனித்தபொழுது, ஆஸ்மாடிக் அமுக்கம், உறை-நிலைய-பதிவு, கொதிநிலை-ஏற்றம் என்பவற்றை அளந்து மின்சார ஓட்டத்திற்குச் சாதகமாயிருக்கும் பொருள்களின் அணுபாரங்களைச் சரிவர அளவிட முடியாதென்றும், வாண்ட்ஹோப் அவ்விதப் பொருள்களைத் திராவணங்களிற் கரைத்தவுடன் அவை எந்த அளவிற் பிரிகின்றன என்பதை அளவிட்டு அதினின்று அப்பொருள்களின் அணுபாரங்களைக் கணக்கிட்டார் என்றும் கூறினோம். உதாரணமாக, சாதாரண உப்பை அதிகத் தண்ணீரிற் கரைத்து அவ்விலயனத்தின் உறை-நிலைய-பதிவை உரிய முறைப்படி அளவிட்டுக் கணக்கிட, அதன் அணுபாரம் 29·25 என்று காண்போம். உண்மையில் அதன் அணுபாரம் Na 23·0 + Cl 35·5 = 58·5. அதே விதமாகப் பொட்டாஸிய-பாக்கியமிகஜத்தின் உண்மை அணுபாரம் (39 + 14 + 48) 101 ஆக இருக்க, மேற்கண்ட முறைகளிலிருந்து அதன் அணுபாரம் 50·5 ஆகக் காணப் படுகிறது. வீரிய விலயனங்களை யெடுத்து மேற்கண்டவாறு சோதிக்க, அணுபாரங்களினளவு உயர்ந்துகொண்டே போகிறது. மிக வீரிய விலயனங்களைச் சோதித்துக் கணக்கிடச் சோதனையிற்காணும் அணுபாரம் கிட்டத்தட்ட சங்கேதம் காட்டும் அணுபாரத்திற்குச் சமமாயிருக்கிறது. மின்னணுக் கொள்கைகொண்டு மேற்கண்டவைகளுக்குச் சமாதானஞ் சொல்லலாம். உப்பைத் தண்ணீரிற் கரைக்க (விலயனம் நீர்க்க இருக்கும்பொழுது) விலயனத்தில் ஓரணு உப்பு, ஒரு ஸோடிய மின்னணுவாகவும் ஒரு ஹரிதக மின்னணுவாகவும் பிரிவுபட்டு நிற்கும். இங்கு ஒரு பொருள் இல்லாமல் இரண்டு பொருள்கள் இருக்கின்றன. எனவே சோதனையிற்கண்ட அணுபாரம் உண்மை அணுபாரத்தின் சரிபாதியாகக் காணப்படுகிறது. வாண்ட்ஹோப் ஆராய்ச்சி செய்த காலத்தில் பரமாணுவின் அமைப்பு யாதென்று தெரியாது. ஆஸ்மாடிக் அமுக்க நியாயங்களுக்கு மின்சார ஓட்டத்திற்கு அனுகூல

மாயிருக்கும் பொருள்கள் கட்டுப்படா என்று சங்கற்பித்துக்கொண்டு 'ஐ' என்னும் ஒரு எண் விசேஷணத்தை (Coefficient) உபயோகித்தார். சோதனையிற்கண்ட உறை-நிலைய-பதிவுக்கும், அல்லது கொதி-நிலைய-ஏற்றத்திற்கும் அல்லது ஆஸ்மாடிக் அமுக்கத்திற்கும், சங்கேதத்திலிருந்து கணக்கிடப்பட்ட உரிய மதிப்பிற்குமுள்ள விகிதத்தையே இவ்விசேஷணம், ஐ, குறிப்பதாகும். உதாரணமாக 10,000 க. ச. மீ தண்ணீரில் 58·5 கி. உப்பு கரைக்கப்பட்டிருக்கிறது. ப்ளாக்டன்-ரூல்ட் நியாயப்படி பார்க்க, அங்கு உறை-நிலைய-பதிவு 0·189°ச ஆக இருக்கவேண்டும். அவ்விலயனத்தைச் சோதித்துப்பார்க்க, அதன் உறை நிலை—0·38°ச என்று தெரியவருகிறது. இங்கு

$$ஐ = \frac{0{\cdot}38}{{\cdot}189} = 2 \text{ (சுமாராக)}.$$

இந்த 'ஐ' என்பதை அளவிடும் முறைகளைப்பற்றியறிய உயர்தரப் புஸ்தகங்களைப் பார்க்கவும்.

மின்னணுக்களாகப் பிரியும் அளவைக் கணக்கிடல் (Calculation of degree of Ionization) :—இரு தனிப் பொருளுள்ள ஒரு மின்னணுஜனகத்தை ஒரு கிராம் அணுபார அளவில் எடுத்துக்கொள்வோம். அதில் 'ச' பாகம் மின்னணுக்களாகப் பிரிகிறதென்று வைத்துக் கொள்வோம். அங்கு விலயனத்தில் 1—ச மின்னணுக்களாக வியோகிக்காத அணுக்களும் 2ச மின்னணுக்களும் இருக்கும். அணுக்களும் மின்னணுக்களும் ஆஸ்மாடிக் அமுக்க சம்பந்தமாக ஒரேவிதமாக வேலைசெய்யும். ஆகையால் சோதனையிற்கண்ட ஆஸ்மாடிக் அமுக்கத்திற்கும் எடுத்த பொருள் மின்னணுவாகப் பிரியவில்லை என்று சங்கல்பித்துக் கணக்கிட்ட ஆஸ்மாடிக் அமுக்கத்திற்குமுள்ள விகிதம் $= \frac{1 - ச + 2ச}{1}$. இவ்விகிதமே வாண்ட் ஹோபின் ஐ. ஆகையால் ஐ $= \frac{1 - ச + 2ச}{1}$. அல்லது ச $=$ ஐ $- 1$

ஆகையால் எடுத்த பொருளை ஒரு திராவணத்திற் கரைத்து அங்கேற்படும் உறை-நிலைய-பதிவையோ கொதி-நிலைய-ஏற்றத்தையோ உரிய சோதனை முறைப்படி அளவிட வேண்டும். அது உ° ஆக இருக்கட்டும். சங்கேதத்திலிருந்து கோட்பாட்டிற்குரிய உறை-நிலைய-பதிவையோ, கொதி-நிலைய-ஏற்றத்தையோ கணக்கிடவேண்டும். அது $உ_1^\circ$ ஆக இருக்கட்டும். சோதித்த விலயனத்தில் மின்னணுஜனகத்தின் வியோகம் $= ஐ - 1 = \frac{உ_1}{உ} - 1$. ஒரு பொருள் 'க' மின்னணுக்களாகப் பிரியுமென்றால் $ஐ = \frac{1 - ச + க ச}{1}$.

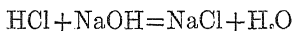
ஆகையால் $ச = \frac{ஐ - 1}{க - 1}$. மின்வாஹகத்வ அளவிடல் முறைகளாலும் இதைக் கண்டுபிடிக்கலாம். அது விபரத்திற்கு உயர்தர நூல்களைப் பார்க்கவும்.

மின்னணுவாதத்தின் பயன்கள்

(1) ஒரு பொருளை மின்சாரிக்கும்பொழுது அது எவ்விதம் விபாகிக்கும், துருவங்களில் எப்பொருள்கள் தோன்றும் முதலிய விபரங்களை இவ்வாதம் விளக்கிக்காட்டுகிறதென்பதைப் பல உதாரணங்களால் இவ்வத்தியாயத்திற் காட்டிவிட்டோம். (2) ஒரு பரமாணுவுக்கும் ஒரு மின்னணுவுக்குமுள்ள வேற்றுமைகளையும் கண்டோம். (3) அமிலத்திற்கும் க்ஷாரத்திற்கும் இவ்வாதத்தையொட்டி இலக்கணங்கூறுவதே மேலானது என்றுமறிந்தோம். (4) அமிலங்கள், க்ஷாரங்கள் என்பவற்றின் தாரதர பலங்களை அளவிட அவை முறையே அப்ஜனக மின்னணுக்களாகவும் அப்ஜ-பிராணை மூல மின்னணுக்களாகவும் பிரியும் வன்மையை ஆதாரமாகக்கொள்வதே சரியென்று நிச்சயித்தோம். (5) காரமழிதலுக்குக் காரணம் அமிலத்திற்குரிய அப்ஜனக மின்னணு க்ஷாரத்திற்குரிய அப்ஜ-பிராணை மூல மின்னணுவுடன் கூடித் தண்ணீரணுவாக மாறுவதே.

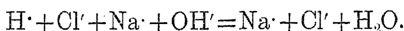
இதைப்பற்றி அடுத்த அத்தியாயத்தில் மறுபடியும் கவனிப்போம்.

(6) இவ்வத்தியாயத்தில் 478-ம் பக்கத்தில், பலமான அமில விலயனங்களும் க்ஷார விலயனங்களும் சமான எடை அளவில் விகாரிக்கும்பொழுது அங்குண்டாகும் உஷ்ணம் ஒரே அளவிற் காணப்படுகிறது என்று கூறினேமல்லவா? ஒரு உதாரணத்தை எடுத்துக்கொள்வோம்.



$$HCl + NaOH = NaCl + H_2O$$

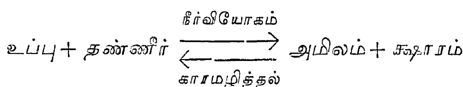
மேற்கண்ட சமீகரணத்திற் காணப்படும் பொருள்களில் தண்ணீரைத்தவிர மற்ற மூன்றும் அதிக அளவில் மின்னணுக்களாகப் பிரியவல்லவை. மின்னணுக் கொள்கைப்படி, சமீகரணத்தை அமைப்போம்.



$$H^{\cdot} + Cl' + Na^{\cdot} + OH' = Na^{\cdot} + Cl' + H_2O.$$

இவ்விகாரங்களில் ஒரு கிராம் அப்ஜனக மின்னணு 17 கிராம் அப்ஜ-பிராணே மூல மின்னணுவுடன் ஸம்யோகித்து 18 கிராம் தண்ணீரைக் கொடுக்கும். ஆகையால் காரமழிதலுக்குரிய உஷ்ணம் அப்ஜனக மின்னணுவும் அப்ஜ-பிராணே மூல மின்னணுவும் ஐக்கியமாகி 18 கி. தண்ணீருண்டாகும்பொழுதேற்படும் உஷ்ணமே. ஆகையால், இக்காரமழித்தலுக்குரிய உஷ்ணம் கிட்டத்தட்ட ஒரே அளவில் பல அமிலங்கள் சம்பந்தப்பட்டமட்டில் காணப்படுகிறது.

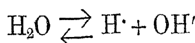
(7) காரமழித்தலுக்கு எதிரான நீர்வியோகத்திற்கும் இவ்வாதங் காரணங்கூறும்.



பலமான அமிலமும் பலமான க்ஷாரமும் விகாரித்துக் கொடுக்கும் உப்பைத் தண்ணீரிற் கரைத்து அவ்விலயனத்தை லிட்மஸ்கொண்டு சோதிக்க நிறமாறுபாடு ஒன்

றும் காணப்படாது. அது நடுநிலை பொருந்தியது. (உ-ம்) $NaCl, KNO_3$. பலமற்ற அமிலமும் பலமுள்ள க்ஷாரமும் கொடுக்கும் உப்பின் விலயனம் க்ஷாரகுணம்பொருந்தியதாயிருக்கும். (உ-ம்) $Na_2CO_3, Na_2B_4O_7$. பலமுள்ள அமிலமும் பலமற்ற க்ஷாரமும் கொடுக்கும் உப்பின் விலயனம் அமிலகுணமுள்ளதாயிருக்கும். (உ-ம்) $CuSO_4, AlCl_3$.

தண்ணீர் மிகக் கெட்ட மின்சார வாஹியாயிருந்தாலும் சிறிதளவு மின்னணுக்களாகப் பிரிகிறது. இங்கு சாமிய ஸ்திதி இடதுபக்கம்நோக்கியே இருக்கிறது.



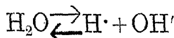
$$H_2O \rightleftarrows H^{\cdot} + OH'$$

அப்ஜனக மின்னணுக்களும் அப்ஜ-பிராணை மூல மின்னணுக்களும் ஓரளவிலேயே இருப்பதால் தண்ணீர் நடுநிலை பொருந்தியதாயிருக்கிறது.

சாதாரண உப்பைத் தண்ணீரிற் கரைக்க, விலயனத்தில் அது ஸோடிய, ஹரிதக மின்னணுக்களாகப் பிரியும்.



$$NaCl \rightleftarrows Na^{\cdot} + Cl'$$

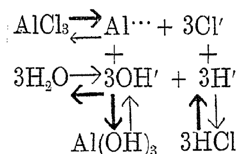


$$H_2O \rightleftarrows H^{\cdot} + OH'$$

ஸோடிய, அப்ஜ-பிராணை மின்னணுக்கள் ஒன்றுகூடி ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையாகிறது என்று வைத்துக்கொள்ளுவோம், அது ஒரு பலமான க்ஷாரமாகையால், அது, உண்டானவுடன், விலயனத்தில் மின்னணுக்களாகப் பிரிந்துவிடும். அதேவிதமாக அப்ஜனக, ஹரிதக மின்னணுக்கள் ஒன்றுகூடி அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலமாகிறதென்று வைத்துக்கொள்ள, அது ஒரு பலமான அமிலமாகையால் மின்னணுக்களாகப் பிரிந்துவிடும். இவ்விரு விகாரங்களில் தோன்றும் அப்ஜனக, அப்ஜ-பிராணை மூல மின்னணுக்கள் ஒன்றுகூடித் தண்ணீராக மாறிவிடும். ஆகக் கடைசியாக விலயனத்தில் அப்ஜனக, அப்ஜ-பிராணை மூல மின்ன

ணுக்கள் ஓரளவிலேயே காணப்படுவதால் விலயனம் நடு நிலை பொருந்தியதாயிருக்கும்.

அலுமீனிய-ஹரிதகை விலயனத்தைச் சோதிக்க, அது லிட்மஸைச் சிவப்பாக மாற்றும். ஆகையால் விலயனம் அமிலகுணம் பொருந்தியதாயிருக்கும்.



எந்த உப்பும் விலயனத்தில் அதிக அளவில் மின்னணுக்களாகப் பிரிந்துவிடும். விகாரத்தின் போக்கை மேற்கண்ட சமீகரணத்தில் அம்புமுனை குறிக்கின்றன. தடியாயிருக்கும் அம்பு, விகாரத்தின் போக்கு எத்திசையை நோக்கியே செல்லவல்லது என்பதையும் இலேசான அம்பு எத்திசையில் விகாரப்போக்கு மந்தமாகச் செல்லும் என்பதையும் குறிப்பதாகும். விலயனத்தில் அலுமீனிய-ஹரிதகை மின்னணுக்களாக அதிக அளவிற் பிரிந்துவிடும். தண்ணீரின் வியோகத்தாலேற்பட்ட அப்ஜ-பிராணை மூல மின்னணுக்கள் அலுமீனிய மின்னணுக்களுடன் கூடி அநேகமாய் மின்னணுக்களாகப் பிரியாத அலுமீனிய-அப்ஜ-பிராணை அணுக்களாக மாறும். ஒவ்வோர் அலுமீனிய மின்னணுவுடன் மூன்று அப்ஜ-பிராணை மூல மின்னணுக்கள் கூடிவிட, அவற்றிற்கொப்பான மூன்று அப்ஜனக-மின்னணுக்கள் நின்றுவிடும். $H_2O \rightleftarrows H^{\cdot} + OH'$ என்னும் சாமியஸ்திதி இங்கே கலைக்கப்படவே, தண்ணீர் அணுக்கள் மின்னணுக்களாகப் பிரிகின்றன. ஹரிதக, அப்ஜனக மின்னணுக்கள் ஒன்றுகூடி அமிலமாக மாறினாலும் அவ்வமிலம் உடனே அம்மின்னணுக்களாகப் பிரிந்துவிடும். கடைசியாகப் பார்க்குமிடத்து விலயனத்தில் அப்ஜனக மின்னணுக்கள் அதிகப்படவே, அமிலகுணம் காணப்படுகிறது.

ஸோடிய-இங்காலிகஜ விலயனம் க்ஷார குணம் பொருந்தியதாயிருப்பதற்கும் மேற்கண்டவாறு காரணம் கூறிவிடலாம்.

$$
\begin{array}{ccccc}
Na_2CO_3 & \rightleftarrows & 2Na^{\cdot} & + & CO_3'' \\
 & & + & & + \\
2H_2O & \rightleftarrows & 2OH' & + & 2H^{\cdot} \\
 & & \uparrow\downarrow & & \downarrow\uparrow \\
 & & 2NaOH & & H_2CO_3
\end{array}
$$

ஒரு இங்காலிகஜ மின்னணுவுடன் 2 அப்ஜனக மின்னணுக்கள் கூடி வியோகிக்காத ஓரணு இங்காலிகாமிலமாக மாறுகிறது. அப்ஜனக மின்னணுக்கள் பிரிந்துவிடவே, சாமியஸ்திதி கலைக்கப்படுகிறது. தண்ணீர் மென்மேல் மின்னணுக்களாகப் பிரிகிறது. CO_3' மின்னணுக்கள் அநேகமாய் முற்றிலும் H_2CO_3 ஆக மாற்றப்படும் வரை தண்ணீர் மின்னணுக்களாகப் பிரிந்து விகாரம் மேற்கண்டவாறு நடைபெறும். ஆகமுடிவில், விலயனத்தில் அப்ஜ-பிராணை மூல மின்னணுக்கள் அதிகப்பட்டு நிற்கும். இம்முறையைக் கவனிக்குமிடத்து, விகாரத்திலுண்டாகிய இங்காலிகாமிலம் மின்னணுக்களாகப் பிரியாது என்று வைத்துக்கொண்டுவிட, ஒரு கிராம் அணு ஸோடிய-இங்காலிகஜத்தைத் தண்ணீரிற் கரைத்ததாலுண்டான விலயனத்தை இரண்டு கிராம்-அணு ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை கொண்ட விலயனமாகக் கொள்ளலாம் என்று தெரியவருகிறது. இதை ஆதாரமாகக்கொண்டு திட்ட அமில விலயனங்களைத் தயாரிக்கலாம் என்னும் விவரங்களை அடுத்த அத்தியாயத்திற் காண்போம்.

(8) கரைமானப் பெருக்குத் தொகை (Solubility product). மின்னணுஜனகம் கரைந்த பூரித விலயனத்திலுள்ள மின்னணுக்களுடைய அடர்த்திகளின் பெருக்குத் தொகையே கரைமானப் பெருக்குத் தொகை என்பதாம். பூரித விலயனத்தைத் திடஸ்திதியிலுள்ள கரைபொருள்

தொட்டு நிற்கும்பொழுதுள்ள சாமிய ஸ்திதியைக் கீழ்க் கண்டவாறு சமீகரிணிக்கலாம்.

திடப் பொருள் ⇄ விலயனத்திற் கரைந்துநிற்கும் வியோகிக்காத அணுக்கள் ⇄ மின்னணுக்கள்

இரு தனிப்பொருள் கூடிய ஒரு சேர்க்கைப் பொருள் அதன் பூரிதவிலயனத்தைத் தொட்டு நின்று ஒரு சாமிய ஸ்திதியிலிருக்கிறதாக வைத்துக்கொள்ளுவோம். விலயனத்தில், மின்னணுவாய் வியோகிக்காத பாகத்தின் கிரியா பிண்டம் (active mass) 'இ' என்றும், ஒரு மின்னணுவின் கிரியா பிண்டம் 'அ' என்றும் மற்றது 'ஆ' என்றும் வைத்துக்கொள்வோம். பிண்டகர்ம நியாயத்தின்படி (Law of mass action—24-வது அத்தியாயம்),

அ × ஆ = மா. இ. (மா = ஒரு மாறுவிராசி.)

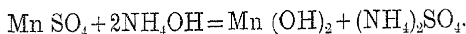
விலயனம் பூரித விலயனமாக இருப்பதாலும், அது கரை பொருளைத் தொட்டு நிற்பதாலும் 'இ' மாறுததாக இருக்கவேண்டும். இங்கு 'அ' அல்லது 'ஆ' வை அதிகப்படுத்தினல் என்ன ஆகும்? மின்னணுவாக வியோகிக்காத அணுக்கள் அதிகமாக உண்டாகவேண்டும். அதாவது 'இ' அதிகமாகும். ஏற்கெனவே 'இ' அதன் உயர் எல்லையிலிருப்பதால், அது அதிகமாக முடியாது. அதிகமாயிருக்கும் வியோகிக்காத அணுக்கள் விலயனத்தில் கரைந்து நிற்க முடியாமல் அவபதித்துவிடும். ஓர் உதாரணத்தை எடுத்துக்கொள்ளுவோம். சாதாரண உப்புக் கரைந்த பூரித விலயனத்தில் அப்ஜனக-ஹரிதகை (HCl) வாயுவைச் செலுத்திக்கொண்டிருக்க, உப்பு ஸ்படிகங்கள் அவபதிக்கும். இங்கு ஹரிதக-மின்னணுக்களின் கிரியா பிண்டம் 'ஆ' அதிகமாகவே, அ × ஆ என்னும் பெருக்குத்தொகை முன்னைவிட அதிகமாகும். ஆகையால் மின்னணுவாய் வியோகிக்காத உப்பு-அணுக்கள் உண்டாகவேண்டும். இப்பொழுது 'இ' யின் உயர்-எல்லை அளவு, அதிகப்படுவதால், உப்பு அவபதித்துவிடுகிறது. அப்ஜ

னக-ஹறிதகையைச் செலுத்துவதற்குப் பதிலாக விலயனத்தில் ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையைச் சேர்த்து ஸோடிய மின்னணுவின் கிரியாபிண்டத்தை அதிகப்படுத்தினாலும், எதிர்பார்ப்பதற்கிணங்க, உப்பு அவபதிக்கும்.

இக்கரைமானப் பெருக்குத் தொகை, உஷ்ணம் மாறாமலிருக்க, மாறாதிருக்கும். ஒவ்வோர் உஷ்ண நிலைக்கும் ஒரு திட்டக் கரைமானப் பெருக்குத் தொகை ஒவ்வொரு பொருளுக்கும் உண்டு. இதுவே சாதாரண உப்பைச் சுத்தி செய்வதிலும், சவர்க்காரம், ஸோடா உப்பு முதலியவைகளைத் தயாரிப்பதிலும், ஸோடா உப்பாகிய மித க்ஷாரத்தைச் சுண்ணாம்புகொண்டு கடுங்காரமாக்குவதிலும் விச்லேஷண முறைகளிலும் பயன்படுகிறது.

(9) அமிலங்களுடனோ க்ஷாரங்களுடனோ உப்புகளைச் சேர்ப்பதாலுண்டாகும் விகாரப் போக்கு :—

மாங்கனஜ-கந்தகிகஜ விலயனத்துடன் சிறிதளவு அமோனியா விலயனத்தைச் சேர்க்க, மாங்கனஜ-அப்ஜ-பிராணை $Mn(OH)_2$ அவபதிக்கும்.



$$Mn\,SO_4 + 2NH_4OH = Mn\,(OH)_2 + (NH_4)_2SO_4.$$

ஆனால் மாங்கனஜ-கந்தகிகஜ விலயனத்துடன் முதலில் அமோனிய-ஹறிதகை விலயனத்தைச் சேர்த்துவிட்டுப் பின்பு அமோனியா விலயனத்தைச் சேர்த்தால், விலயனந் தெளிவாகவே இருக்கும். அவபதிதம் ஏற்படமாட்டாது. ஏன்? அமோனியா விலயனத்தில் கீழ்க்கண்ட சாமியஸ்திதி காணப்படும்.



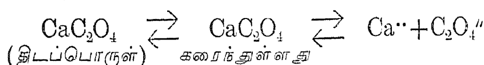
$$NH_4OH \rightleftarrows NH_4^{\cdot} + OH'$$

அமோனியா விலயனம் ஒரு பலமற்ற க்ஷாரமாகையால், சாமியஸ்திதி இடதுபக்கத்தை நோக்கியே இருக்கும். அமோனிய-ஹறிதகை மின்னணுவாக வியோகிக்கும் உப்பு. அதை விலயனத்துடன் சேர்க்க, அமோனிய-மின்னணுவின் கிரியாபிண்டம் அதிகமாகிறது. எனவே விகாரம்

இடது புறமாகவே செல்லும். அதாவது அப்ஜ-பிராணே மூல மின்னணுவின் கிரியாபிண்டம் குறைந்துகொண்டே போகும். மாங்கனஜ-அப்ஜ-பிராணே ஒரு கரையாப் பொருள். அதன் கரைமானப் பெருக்குத் தொகை மிகவுங் குறைந்தது. மாங்கனஜ-கந்தகிகஜ விலயனத்திலுள்ள மாங்கனஜ-மின்னணுக்களுடன் அமோனியா விலயனத்திலுள்ள அப்ஜ-பிராணே மின்னணுக்கள் விகாரிக்கும். அங்கு போதுமான-அப்ஜ-பிராணேமூல மின்னணுக்கள் இருந்து மாங்கனஜ-அப்ஜ-பிராணேயின் கரைமானப் பெருக்குத் தொகையை அதிகப்படுத்தும். உடனே அவபதனம் ஏற்பட்டுவிடும். முதலில் அமோனிய-ஹரிதகையை மாங்கனஜ-விலயனத்துடன் சேர்த்தபிறகு அமோனியாவைச் சேர்த்தால், அமோனியா-விலயனம் மின்னணுக்களாகப் பிரிந்து அப்ஜ-பிராணேமூல மின்னணுக்களைக் கொடுப்பது தடைபடுகிறது. மாங்கனஜ-அப்ஜ-பிராணேயை அவபதிக்கப்போதுமான அப்ஜ-பிராணேமூல மின்னணுக்கள் விலயனத்தில் இல்லாமற்போகின்றன. ஆனால் இந்நிலையில் (அதாவது அமோனிய-ஹரிதகை, அமோனியா விலயனங்களை முறையே சேர்க்க) அயிக, கிரோமிய, அலுமீனிய அப்ஜ-பிராணேகளை அவபதிக்கச் செய்யப்போதுமான அளவில் அப்ஜ-பிராணேமூல மின்னணுக்களிருக்கின்றன. இந்நிலையில், மாங்கனஜத்தைப்போல், நாகம், கோபதம், நிக்கலம், மாக்னீஸியம் என்பவற்றின் அப்ஜ-பிராணேகள் அவபதிக்கமாட்டா. இதைப்பற்றி 'ஜாதி-விச்லேஷணம்' என்னும் அத்தியாயத்தில் விரிவாகக் கூறுவோம்.

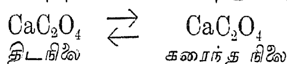
(10) பலமற்ற அமிலங்களிலிருந்துண்டான உப்புக்கள் பலமான அமிலங்களின் விலயனங்களில் கரையும். ஓர் உதாரணத்தை எடுத்து மின்னணுக்கொள்கையினுதவிகொண்டு இதற்குக் காரணங் கூறுவோம். கால்ஸிய-ஆக்ஸாலிகஜம் (Calcium Oxalate) CaC_2O_4 தண்ணீரிற் கரையாது; ஆனால் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமில விலயனத்திற் கரையும். ஆக்ஸாலிகாமிலம் ஒரு பலமற்ற அமிலம். உண்மையாய்ச்

சொல்லுமிடத்து, தண்ணீரிற் சிறிதளவாவது கரையாத பொருள் ஒன்றுகூடக்கிடையாதென்பது நமக்குத் தெரியும் (பக்கம் 196). ஆகையால், கால்ஸிய-ஆக்ஸாலிகஜம் தண்ணீரைத்தொட்டுநிற்க, அதிற் சிறிதளவு கரைந்து பூரிதவிலயனத்தைக் கொடுக்கிறது. கரைந்த பொருளின் ஒரு பாகம் மின்னணுக்களாகப் பிரியும். அங்குள்ள சாமியஸ்திதியைச் சமீகரிணிப்போம்.



$$CaC_2O_4 \rightleftarrows CaC_2O_4 \rightleftarrows Ca^{\cdot\cdot}+C_2O_4''$$
(திடப்பொருள்) கரைந்துள்ளது

ஆனால் பொருளின் கரைமானப் பெருக்குத்தொகை மிகவுங் குறைவுபட்டது. இச்சமயத்தில் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தைச் சேர்க்க, விலயனத்தில் அப்ஜனக, ஹரிதக, கால்ஸிய, ஆக்ஸாலிகஜ மின்னணுக்கள் தோன்றும். அப்ஜனக மின்னணுக்களும் ஆக்ஸாலிகஜ மின்னணுக்களும் சேர்ந்து (ஆக்ஸாலிகாமிலம் பலங் குறைந்த அமிலமாகையால்) மின்னணுக்களாக வியோகிக்காத ஆக்ஸாலிகாமில அணுக்களாக மாறும். மேலும் விலயனத்திலுள்ள அதிகமாயிருக்கும் அப்ஜனக மின்னணுக்கள் ஆக்ஸாலிகாமிலத்தை மின்னணுக்களாக வியோகிக்காமல் தடுக்கும். இவ்விதமாக ஆக்ஸாலிகஜ மின்னணுக்கள் விலயனத்தினின்று நீக்கப்படவே, $Ca^{\cdot\cdot} + C_2O_4'' \rightleftarrows CaC_2O_4$ என்னும் சாமியஸ்திதி கலைக்கப்படுகிறது. மென்மேலும் கால்ஸீய-ஆக்ஸாலிகஜம் மின்னணுக்களாக வியோகித்துக்கொண்டே போய்ச் சாமிய ஸ்திதியை நிலைப்படுத்தும். இது



$$CaC_2O_4 \rightleftarrows CaC_2O_4$$
திடநிலை கரைந்த நிலை

என்னும் சாமிய ஸ்திதியைக் கலைக்க, கால்ஸிய-ஆக்ஸாலிகஜம் கரைந்துகொண்டேபோகும். போதுமான அளவில் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலமிருக்குமாயின், கால்ஸிய-ஆக்ஸாலிகஜம் முற்றிலுங் கரைந்துவிடும்.

(11) அமில-க்ஷார நிர்ணயங்களில் (அடுத்த அத்தியாயம்) விகாரத்தின் முடிவை அறிய, சில ஸூசகிகளை (Indicators) உபயோகிக்கிறோம். அவற்றின் நிறங்கள் அமிலத்தாலும் க்ஷாரத்தாலும் மாறுபாடு அடையுமென்பது நமக்குத் தெரியும். லிட்மஸ், பீனல்ப்தாலீன் (Phenolphthalein) மிதில பிங்கலம் (Methyl Orange) என்பவை நன்கு தெரிந்த ஸூசகிகள். அவை வெகு அற்பபலமுள்ள அமிலங்கள் அல்லது அற்பபலமுள்ள க்ஷாரங்கள். அவை மின்னணுக்களாகப் பிரியும். மின்னணுக்களின் நிறம் மின்னணுக்களாக வியோகிக்காத அணுக்களின் நிறத்தினின்று மாறுபட்டது. மிதல-பிங்கலம் ஒரு பலமற்ற க்ஷாரம். அது விலயனத்தில் நிறமற்ற அப்ஜ-பிராணமூல மின்னணுக்களையும் சிவப்புநிறமுள்ள ருணாணுக்களையும் கொடுக்கும். வியோகமடையாத அதன் அணுக்களின் நிறம் மஞ்சள். ஆகையால் அதன் விலயனம் கிச்சிலிநிறமுடையதாக இருக்கிறது. அதனுடன் ஒரு க்ஷார விலயனத்தைச் சேர்க்க, ஸூசகி மின்னணுவாகப் பிரிவது தடைப்படுகிறது. விலயனம், வியோகிக்காத பொருளின் நிறமாகிய மஞ்சளாக மாறுகிறது. ஆனால் ஸூசகி விலயனத்துடன் ஓர் அமில விலயனத்தைச் சேர்க்க, அப்ஜனக மின்னணுக்கள் ஸூசகியின் அப்ஜ-பிராண மூல மின்னணுக்களுடன் ஒன்று கூடித் தண்ணீராக மாறுகிறது. ஸூசகி இன்னும் அதிகமாக மின்னணுக்களாகப் பிரிகிறது. ருணாணுக்கள் அதிகமாகவே அவற்றின் சிவப்புநிறம் தோன்றுகிறது. பீனல்ப்தாலீன் வெகு அற்பபலமுள்ள அமிலம். வியோகிக்காத அதன் அணு நிறமற்றது. அதன் ருணாணு சிவப்பு நிறமுடையது. அதன் நிறமற்ற விலயனத்துடன் ஓர் அமில விலயனத்தைச் சேர்க்க யாதொரு நிற மாறுபாடுமேற்படாது. ஆனால் அதன் விலயனத்துடன் ஒரு க்ஷார விலயனத்தைச் சேர்க்க, ஸூசகி மின்னணுவாகப் பிரிவது அதிகப்படுகிறது. ருணாணுவின் சிவப்புநிறந் தோன்றுகிறது.

அப்ஜனக-மின்னணு-அடர்த்தி
(Hydrogen-ion Concentration)

ஓர் அமில-ஸூசகியின் நுண்மையான திறன், அதன் மின்னணு வியோகத்தைத் தடைப்படுத்தத் தேவையான அப்ஜனக-மின்னணுவின்-அடர்த்தியையும், அம்மின்னணு வியோகத்தை அதிகப்படுத்தித் தனுணுவின் நிறத்தை நன்கு வெளிப்படுத்தத் தேவையான அப்ஜ-பிராணே மூல மின்னணுவின் அடர்த்தியையும் பொறுத்திருக்கிறது.

சுத்தமான தண்ணீரில் அப்ஜனக மின்னணுக்களின் கிரியாபிண்டம் 10^{-7}. அப்ஜ-பிராணே மூல மின்னணுக்களின் கிரியாபிண்டமும் அதே அளவிலிருக்கவேண்டும். ஒரு விலயனம் நடு நிலை பொருந்தியிருக்க வேண்டுமானுல் அதன் அப்ஜனக மின்னணு அடர்த்தி 10^{-7} ஆக இருக்க வேண்டும். அமில விலயனங்களில் அவ்வடர்த்தி 10^{-7}க்கு மேற்பட்டதாயிருக்கவேண்டும். விலயனம் க்ஷாரகுணம் பொருந்தியிருந்தால், அதில் அப்ஜ-பிராணே மூல மின்னணு அடர்த்தி 10^{-7}க்கு மேலாக இருக்கவேண்டும் அல்லது அதில் அப்ஜனக மின்னணு அடர்த்தி 10^{-7}க்குக் குறைவுபட்டதாக இருக்கவேண்டும். சௌகரியத்தின் பொருட்டு ஸொரென்ஸன் (Sorenson) என்பவர் P_H என்ற அளவையை உபயோகிக்க ஆரம்பித்தார். இது உண்மை அடர்த்திக்குரிய பத்தின் கன்மமூலத்தைக் குறைகுறி நீங்கலாகக் காட்டுவது. (This P_H represents the logarithm to the base 10 of the true concentration with the minus sign omitted). சில உதாரணங்களால் இதை விளக்குவோம். தண்ணீரின் P_H அளவை $=7$ என்ருல் தண்ணீரில் அப்ஜனக மின்னணு அடர்த்தி 10^{-7} என்பதாகும். ஒரு விலயனத்தின் P_H அளவை $=5{\cdot}4$ என்ருல் அதில் மின்னணு அடர்த்தி $10^{-5{\cdot}4}$ என்று பொருள்.

ஓர் உயர்தர ஸூசகி, மிகச் சிறிய அளவில் அப்ஜனக மின்னணுக்களோ அப்ஜ-பிராணே மூல மின்னணுக்களோ

அதிகப்படும்பொழுது நிற மாறுபாடடையவேண்டும். லிட்மஸ் ஓர் உயர்வான ஸூசகி. P_H அளவை 7 ஆக இருக்கும்பொழுது அது நீலமாகவும், P_H அளவை 6 ஆக இருக்கும்பொழுது சிவப்பாகவும் மாறுகிறது. மிதில பிங்கலம் P_H, அளவை 4 ஆக இருக்கும்பொழுதும், பீனால்ப் தாலீன், P_H அளவை 9 ஆக இருக்கும்பொழுதும் நிற மாறு பாடுகளை அடைகின்றன. ஏனவே, பலமற்ற அமிலங்களைத் திட்ட க்ஷாரவிலயனங்கொண்டு (standard solution of a base) அளவிடும்பொழுது மிதிலபிங்கலத்தை உபயோகிக் கக்கூடாது. அதேவிதமாகப் பீனால்ப்தாலீன் கொண்டு பல மற்ற க்ஷாரங்களை அளவிடக்கூடாது.

அப்ஜனக-மின்னணு அடர்த்தி இந்நாளில் அதிக அள விற் பயன்பட்டு வருகிறது. நமது தேகங்களில் நடக்கும் பல ரஸாயன விகாரங்கள் சில திட்டமான P_H அளவைக ளுள்ள மண்டலங்களிலேயே நடைபெறும். சிகிச்சா வேலைகளிலும், விவசாயத் தொழில்களிலும், உடலியலி லும், பலவிதத் தொழில் முறைகளிலும் இவ்வளவை முக்கி யமாக இருந்து வருகிறது.

அத்தியாயம் 21

காரமழித்தலும் (தடஸ்தித்தலும்) அமிலங்கள் க்ஷாரங்கள் இவைகளின் சமான எடைகளும் (Neutralization and the Equivalent Weights of Acids and Bases)

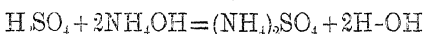
கந்தகிகாமிலத்தின் விலயனம் நீல லிட்மஸ் சாயத்தைச் சிவப்பாக்கும். ஸோடா-க்ஷாரம் சிவப்பு லிட்மஸ் சாயத்தை நீலமாக்கும். கந்தகிகாமில விலயனத்திற் சிறிதளவை ஒரு சோதனைக் குழாயிலெடுத்து லிட்மஸ் திரவத்தில் சில சொட்டுகளைச் சேர். சிவப்பு நிறம் உண்டாகும். ஜாக்கிரதையாக, ஸோடா-க்ஷார விலயனத்தைச் சொட்டுச் சொட்டாகச் சேர். சிவப்பு நிறம் குறைந்துகொண்டே வரும். ஒரு நிலையில், விலயனம் ஊதா நிறமாக இருக்கும். இந்நிலை வந்த பிறகு, க்ஷார விலயனத்தில் ஒரு சொட்டு விழவே, விலயனம் நீல நிறமாக மாறும். அதாவது, விலயனத்தில் அமிலம் அதிகரித்து இருக்கும் வரையில் சிவப்பு நிறமே காணப்படும்; க்ஷாரம் அதிகரித்து இருக்கும் வரையில் நீலநிறமே தோன்றும். அமிலமும் க்ஷாரமும் தனித்துச் சிறிதளவேனுமில்லாத நிலையில், வர்ணம் ஊதாவாக இருக்கும். இந்நடு நிலைக்கு வருதலை "தடஸ்தித்தல்" என்றுஞ் சொல்லலாம். இதற்கு ஆங்கிலத்தில் 'ந்யூட்ராலிஸேஷன்' (Neutralization) என்று பெயர். க்ஷாரத்தை முதலிலெடுத்து, அதன் காரத்தை அமிலத்தாலழிக்கலாம். அல்லது அமிலத்தை முதலிலெடுத்து அதன் அமில குணத்தை க்ஷாரத்தால் அழிக்கலாம். ஆகையால் இம்முறையைக் காரமழித்தலென்றும் அமிலமழித்தலென்றுஞ் சொல்லலாம். அமிலத்தைப் பிரதானமாய்க்கொண்டு, அதன் குணத்துக்குத் தக்கவாறே இம்முறைக்குக் "காரமழித்தல்" என்று பெயரிடுவோம்.

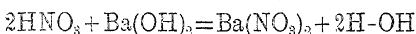
அமிலம் + க்ஷாரம் = உப்பு + தண்ணீர்

இந்தச் சமீகரணம், காரமழித்தலுக்கு வேண்டிய பொருள்களையும் விகாரத்திலேற்படும் விளைவுகளையும் குறிக்கிறது. அமிலமும் க்ஷாரமும் சேர்ந்து விகாரிக்க, க்ஷாரத்திலுள்ள உலோக மூலம் அமிலத்திலுள்ள அலோக மூலத்துடன் சேர்ந்து உப்பும், அமிலத்திற்குரிய அப்ஜனகம், க்ஷாரத்திற்குரிய அப்ஜ-பிராணை மூலத்துடன் சேர்ந்து தண்ணீரும் விளைகின்றன. இந்த விகாரத்திற்குரிய விசேஷப் பொது விளைவு என்னவென்று பார்ப்போம். சில உதாரணங்களைச் சமீகரணம் செய்து காட்டுவோம்.


$$HCl + NaOH = NaCl + H\text{-}OH$$

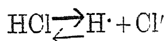

$$HNO_3 + KOH = KNO_3 + H\text{-}OH$$


$$H_2SO_4 + 2NH_4OH = (NH_4)_2SO_4 + 2H\text{-}OH$$

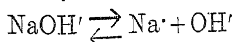

$$2HNO_3 + Ba(OH)_2 = Ba(NO_3)_2 + 2H\text{-}OH$$

இவ்விதமாகச் சமீகரணஞ்செய்து, அநேக உதாரணங்களைக் காட்டலாம். இவைகளில் H-OH (தண்ணீர்) பொதுவாக எல்லா விகாரங்களிலும் தோன்றுகிறது. ஆகையால் இத்தண்ணீர் உண்டாவதே காரமழித்தல் முறையின் விசேஷ குணம் போலும். உண்மையே. அமிலம் தண்ணீரிற் கரைய, அப்ஜனக மின்னணுக்கள் வெளிவருகின்றனவென்றும், இவைகளே அமிலகுணத்துக்குக் காரணமென்றுங் கூறினோம். அதே விதமாக, க்ஷாரம் தண்ணீரிற் கரைய, க்ஷாரத்திற்குரிய, அப்ஜ-பிராணை-மூல-மின்னணுக்கள் வெளிவருகின்றனவென்றுங் கூறினோம். அமிலத்திற்குரியதும் தன மின்சார குணமுள்ளதுமான அப்ஜனக மின்னணு (Hydrogen Ion) க்ஷாரத்திற்குரியதும் ருண மின்சார குணமுள்ளதுமான 'OH' மின்னணுவுடன் சேர்ந்து விகாரிக்க, அவைகளின் மின்சாரகுணமழிய, ஐக்கியப் பொருளாகிய தண்ணீர் உண்டாகிறது. இது

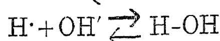
தான் காரமழித்தல் முறையின் இரகசியம். தண்ணீர் H-OH மின்னணுக்களாகப் பிரிவதில்லை யென்றே சொல்ல வேண்டும்[1].



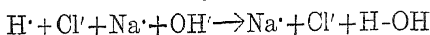
$$HCl \rightleftarrows H^{\cdot} + Cl'$$



$$NaOH' \rightleftarrows Na^{\cdot} + OH'$$



$$H^{\cdot} + OH' \rightleftarrows H\text{-}OH$$



$$H^{\cdot} + Cl' + Na^{\cdot} + OH' \rightarrow Na^{\cdot} + Cl' + H\text{-}OH$$

என்று எழுதிவிடலாம்.

முன்னால், அமிலமும் க்ஷாரமும் ஒரு நிலையில் திட்ட அளவிலேதான் மின்னணுக்களாக விலயனத்திற் பிரியும் என்று சொன்னோம். இவை இரண்டுங்கலந்த விலயனத்தில், $H^{\cdot}$,OH' என்ற இவ்விரண்டு மின்னணுக்களுஞ் சேர்ந்து, மின்னணுக்களாக மாறாத தண்ணீர் அணுக்களாக மாறுகின்றன. இம் மின்னணுக்கள் விகாரத்தில் கலந்துகொள்ளாத நிலைமையிலுள்ள தண்ணீரணுக்களாக மாறி விலகுவதால், பிண்டகர்ம நியாயத்திற்கேற்ப (Law of Mass Action—பின்னால் இதைப்பற்றி விவரிப்போம்) அதுவரை பிரிபடாத அமில, க்ஷார, அணுக்கள் மின்னணுக்களாகப் பிரிந்துகொண்டே வரும். நடுநிலையை அடைந்த பிறகு, அமிலத்தையாவது, க்ஷாரத்தையாவது அற்ப அளவில் விலயனத்திற் சேர்க்க, சேர்க்கப்பட்ட பொருளின் தன்மைக்கு ஒத்தவாறு விலயனத்தின் குணமுமிருக்கும்.

லிட்மஸ் போன்ற பல ஸூசிகைகள் (Indicators) உண்டு. அவைகளொவ்வொன்றும் அமிலத்துடன் சேர்ந்திருக்க ஒரு நிறத்தையும், க்ஷாரத்துடன் சேர்ந்திருக்க வேறொரு நிறத்தையும், நடுநிலையில் மற்றொரு நிறத்தையும் கொடுக்குமென்பது நன்கு தெரிந்தது. ஆகையால், அமில நிர்ணயம், க்ஷார நிர்ணயம் என்ற இம்முறைகளில்

[1] இது முற்றிலுஞ் சரியல்ல. 488-ம் பக்கம் பார்க்கவும்.

நடுநிலையைக் கண்டுகொள்ள, இந்த ஸூசகிகள் உபயோக முள்ளவைகளாக இருக்கின்றன. இம்மாறுபாடுகளுக்கு, அமிலத்திற்குரிய அப்ஜனக மின்னணுவும், க்ஷாரத்திற்குரிய அப்ஜ-பிராணை-மூல (OH) மின்னணுவுமே காரணம்.

இந்த ஸூசகிகளின் நிற மாறுபாடுகளை அடியிற் கண்ட ஜாப்தாவிற் கண்டுகொள்ளவும் :—

ஸூசகிகள்	அமிலங் கொடுக்கும் நிறம்	க்ஷாரங் கொடுக்கும் நிறம்	நடுநிலையில் நிறம்
லிட்மஸ் (Litmus)	சிவப்பு	நீலம்	கத்தரிப்பூ-ஊதா
பீனால்ப்தாலீன் (Phenolphthalein)	நிறமற்றது	ரோஜாச் சிவப்பு	நிறமற்றது
மிதில-பிங்கலம் (Methyl Orange)	ரோஜாச் சிவப்பு	மஞ்சள்	கிச்சிலி
மிதில-சிவப்பு (Methyl Red)	சிவப்பு	மஞ்சள்	கிச்சிலி
காங்கோச் சிவப்பு Congo red	நீலம்	சிவப்பு	சிவப்பு

ஓரளவு அமிலம், க்ஷாரத்துடன் திட்டமாகவே விகாரித்துக் காரமழிக்கும். நடுநிலை வந்துவிட்டதா என்பதைத் தெரிந்துகொள்ளுவதற்காகவே ஸூசகிகளை உபயோகிக்கிறோம். நிர்ணயிக்கும் முறைகளில், அநேகமாய் அமில விலயனத்தையே பூரட்டிலெடுத்துக்கொண்டு, க்ஷார விலயனத்தைப் பிப்பட்டால் அளந்து, குவிந்த கூஜாவிலோ (conical flask) போகணியிலோவிட்டு, அதனோடு ஸூசகி விலயனத்திற் சிறிதளவைச் சேர்த்துப் பிறகு, பூரட்டிலிருந்து அமிலத்தைத் திறந்துவிடுகிறோம். க்ஷாரத்திற்குரிய நிறம் அநேக

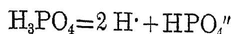
மாய் மாறிய நிலையில், அமிலத்தைச் சொட்டுச் சொட்டாக விட்டு, நடுநிலை வர்ணம் வந்தவுடன், பூரட்டின் திருகடைப் பானை மூடிவிடுகிறோம். பூரட்டை வாசித்து எவ்வளவு அமிலம் விடப்பட்டிருக்கிறதென்று தெரிந்துகொள்ளலாம். நடுநிலை என்பது, க்ஷாரகுணமோ, அமிலகுணமோ முற்றிலும் அழிக்கப்பட்ட நிலையைக் குறிக்கின்றது. லிட்மஸ் ஸூசகியின் துணைகொண்டு, ஸோடா க்ஷார விலயனத்தை பாஸ்வரிகாமில விலயனத்தாற் காரமழிக்கிறோம் என்று வைத்துக்கொள்ளுவோம். ஊதா நிறம் வந்தவுடன் நடுநிலை வந்தது என்று நினைப்போம். இந்நிலையில், ஸோடிய-இரண்டாம்-பாஸ்வரிகஜமே (Na_2HPO_4) உண்டாகியிருக்கும். இதில் விலக்கக்கூடிய ஓர் அப்ஜனக பரமாணு இருப்பதால், சட்டப்படி அது அமில-உப்பே. ஸூசகிகள் கொண்டு உண்மையான நடுநிலையை எல்லாச் சமயங்களிலும் காணமுடியாது. ஆனால் இம்மாதிரியான விகாரங்கள் சிலதே.

இவ்விகாரங்கள், விகாரிக்கும் அமிலம், க்ஷாரம், இவைகளின் தாராதர பலத்தையே பொறுத்திருக்கின்றன. மேலே எடுத்துக்கொண்ட உதாரணத்தில், விலயனம் நீர்க்க இருக்க, ஸோடா-க்ஷாரம் அநேகமாய் முற்றிலும் மின்னணுக்களாகப் பிரிந்துவிடும்.



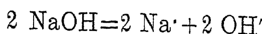
$$NaOH = Na^{\cdot} + OH'$$

பாஸ்வரிகாமிலம் அங்ஙனம் பிரியாது; கீழ்க்கண்ட விதமே பிரியும்.



$$H_3PO_4 = 2\,H^{\cdot} + HPO_4''$$

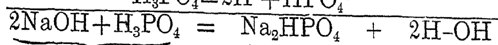
இதற்கு 2 அணு ஸோடா-க்ஷாரம் போதுமானது.



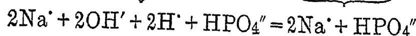
$$2\ NaOH = 2\ Na^{\cdot} + 2\ OH'$$



$$H_3PO_4 = 2H^{\cdot} + HPO_4''$$



$$2NaOH + H_3PO_4 = Na_2HPO_4 + 2H\text{-}OH$$

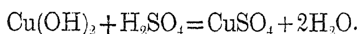


$$2Na^{\cdot} + 2OH' + 2H^{\cdot} + HPO_4'' = 2Na^{\cdot} + HPO_4''$$

இந்த Na_2HPO_4 உப்பைக் கரைக்க, அது $2Na^{\cdot}$ ஆகவும், HPO_4'' ஆகவும் பிரியும். இங்கு 2-தன-மின்சார-பிரமாணத்திற்கு, 2-ருண-மின்சார-பிரமாணம் சரியாய்ப் போய்விட்டது. விலயனத்தில் தனித்த $H^{\cdot}$ அல்லது OH', லை-டுசகியின் நிறத்தை மாறுபடுத்துமளவில் இல்லாததால், விலயனம் நடுநிலை பொருந்தியதாகவிருக்கிறது.

அமிலங்களின் க்ஷாரத்வத்தைக் கவனித்தபொழுது, அமில உப்புக்களின் குணங்களைப்பற்றியும், க்ஷாரங்களின் அமிலத்வத்தைக் கவனித்தபொழுது, க்ஷார-உப்புக்களின் குணங்களைப்பற்றியும், நடுநிலை அல்லது யதார்த்த உப்புக்களின் உரிய குணங்களைப்பற்றியும், அவைகள் சில சமயங்களில் எதிர்பார்ப்பதற்கு விரோதமான சில குணங்களைக் காட்டுவதைப்பற்றியும் சொன்னோம். இக்குணங்கள் தோன்றுவதற்குக் காரணம் அமிலம், க்ஷாரம், இவைகளின் தாரதர பலமும், அவைகள் நீர்வியோகத்தாலடையும் மாறுபாடுகளுமே.

துருசு விலயனம் ஏன் அமிலகுணம் பொருந்தியிருக்கிறது? வெண்கார விலயனம் ஏன் க்ஷார குணம் பொருந்தியிருக்கிறது? சட்டப்படி இவ்விரண்டுப்புக்களும் யதார்த்த நடுநிலை உப்புகளே. ஆனால் துருசு, தாம்ரிக-அப்ஜ-பிராணையும் கந்தகிகாமிலமுஞ் சேர்ந்துண்டான உப்பு.



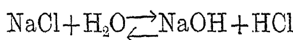
$$Cu(OH)_2 + H_2SO_4 = CuSO_4 + 2H_2O.$$

தாம்ரிக-அப்ஜ-பிராணை ஒரு பலமில்லாத க்ஷாரம். கந்தகிகாமிலமோ, பலமுள்ள ஓர் அமிலம். எனவே, இவ்வுப்பு நீர்வியோகமடையுந் தன்மையுடையது. வியோகத்தில் வெளிப்பட்ட தாம்ரிக-அப்ஜபிராணை பலங் குறைந்தாயும் கந்தகிகாமிலத்தின் பலம் அதிகமாயும் இருப்பதால்தான், இது அமில குணம் பொருந்தியதாயிருக்கிறது. இது ஒரு சமாதானம். மின்னணு நியாய முறைப்படி, தண்ணீரில் துருசு கரைந்தவுடன் $Cu^{\cdot\cdot}$, SO_4'' என்னும்

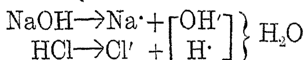
மின்னணுக்களாகப் பிரியும் என்றும் தண்ணீரிலுள்ள OH' மின்னணுக்கள் சில $Cu^{\cdot\cdot}$ மின்னணுவுடன் விகாரித்து மின்னணுவாகப் பிரியாத $Cu(OH)_2$ அணுக்களாக மாறும் என்றும் அப்பொழுது விலயனத்தில் தனிப்பட்ட அப்ஜனக மின்னணுக்கள் அதிகமாக நின்று அமிலகுணத்தைக் காட்டுமென்றும் முன் அத்தியாயத்திற் கூறியபடி சமாதானங் கூறுவோம்.

அதேவிதமாக, வெண்காரம், பலமுள்ள ஸோடா க்ஷாரமும் பலமற்ற பொறனிகாமிலமுஞ் சேர்ந்துண்டான உப்பாகையால், அது தண்ணீரிற் கரைந்தவுடன், நீர் வியோகமேற்படும்; இங்கு அதிக பலமுள்ள க்ஷாரத்தின் குணமே முன்னிற்கும். இதற்கும் மேலே கண்டவாறு காரணங் கூறலாம்.

சாதாரண உப்பு நீர்வியோகமடையாதா? அடைகிறது என்று வைத்துக்கொள்வோம். ஆனால் அதை நாம் சாதாரணமாகக் காணமுடியாது. நீர்வியோகத்தின்



$$NaCl + H_2O \rightleftarrows NaOH + HCl$$



$$\begin{array}{l} NaOH \rightarrow Na^{\cdot} + \\ HCl \rightarrow Cl' + \end{array} \left[\begin{array}{c} OH' \\ H^{\cdot} \end{array}\right] \Big\} H_2O$$



$$NaCl + H_2O \rightleftarrows Na^{\cdot} + Cl' + H_2O$$

விளைபொருள்கள் ஸோடா-க்ஷாரமும் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலமுமே. இவ்விரண்டும் ஒரே பலமுடையவைகள். நீர் வியோகத்திலேற்பட்ட க்ஷாரமும் அமிலமும் ஒரே அளவில் OH' மின்னணுக்களையும் $H^{\cdot}$ மின்னணுக்களையும் கொடுக்கவல்லவை. இரண்டும் சேர்ந்து தண்ணீராகிவிடும். விலயனத்தில் தனித்து $H^{\cdot}$ அல்லது OH' இல்லாததால், (அப்படி இல்லாவிட்டால் ஒரே அளவில் இரண்டுமிருப்பதால்) விலயனம் நடுநிலை பொருந்தியதாயிருக்கும். இவ்விதமும் இதற்குக் காரணங் கூறலாம். (488-ம் பக்கம் பார்.)

ஆகையால் ஒரே பலமுள்ள அமிலமும் க்ஷாரமும் விகாரித்துண்டாகிய உப்பு, நீர்வியோகத்தாற் பீடிக்கப்

படாது ; நீர்வியோகம் ஏற்பட்டது என்று வைத்துக்கொண்டாலும் அதை நாம் எளிதில் அறியமுடியாது. வெவ்வேறு பலமுள்ள அமிலமும் க்ஷாரமும் விகாரித்துண்டாகிய உப்பு நீர்வியோகத்தாற் பீடிக்கப்படும். அதிலுள்ள பலமான அமிலமோ, க்ஷாரமோ, தனது குணத்தை வெளிக்காட்டும்.

அமிலங்களின் சமான எடைகளும் க்ஷாரங்களின் சமான எடைகளும்

(Equivalent Weights of Acids and Bases)

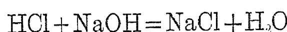
அமிலங்களும் க்ஷாரங்களும் திட்ட அளவுகளிலேயே விகாரித்து, உப்புக்களைக் கொடுக்கின்றன என்பதை ரிக்டர், சோதனைகளைச் செய்ததின் பயனாக (1791—1802) வெளியிட்டாரென்பதைச் சுருக்கமாக, தனிப்பொருள்களின் சமான எடைகளைப்பற்றிய அத்தியாயத்திற் சொன்னோம் (பக்கம் 272). அவர் வெளியிட்ட நியாயமாவது :— "ஒரு திட்ட நிறையுள்ள அமிலம், ஒரு திட்ட நிறையுள்ள க்ஷாரத்துடன் சேர்ந்து காரமழிக்கிறது. அல்லது, திட்ட நிறையுள்ள ஒரு க்ஷாரத்தைக் காரமழிக்கிற அமிலங்களின் நிறைகளே, திட்ட நிறையுள்ள மற்ற க்ஷாரங்களுடன் சேர்ந்து காரமழிக்கும்."[1]

ஸோடா-க்ஷாரத்தைப் பிரமாணமாய் எடுத்துக்கொள்வோம். 40·01 கிராம் ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணேயின் க்ஷாரத் தன்மையை அழிக்க 36·47 கி. அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலமோ, அல்லது 49·04 கி. கந்தககிகாமிலமோ, அல்லது 63·02 கி. பாக்கியகாமிலமோ தேவை. மேற்கண்ட அமிலங்கள் மேற்கண்ட நிறை அளவில் ஒவ்வொன்றும் 35·04 கி. அமோனிய - அப்ஜ - பிராணேயுடனாவது (NH_4OH), 56·11 கி.

---

[1] "A definite weight of an acid neutralizes a definite weight of a particular base. Or the weights of the various acids which neutralize a certain fixed weight of one of the bases are the same for certain fixed weights of all the bases"—*Richter's law.*

பொட்டாஸிய - அப்ஜ - பிராணையுடனுவது (KOH), 37·04 கி. கால்ஸிய-அப்ஜ-பிராணையுடனுவது [$Ca(OH)_2$] விகாரித்துக் காரமழிக்கும். மேற்கூறிய அமிலங்களும் க்ஷாரங்களுஞ் சேர்ந்து, உப்புக்கள் உண்டாகவேணுமானால் மேற்கூறிய நிறைகள் விகிதத்திலேயே அவை விகாரிக்க வேண்டும். மேலே குறிப்பிட்ட எண்களே, அமிலங்கள், க்ஷாரங்கள் இவைகளுடைய சமான எடைகளைக் குறிக்கின்றன.

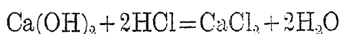


$$HCl + NaOH = NaCl + H_2O$$

இச்சமீகரணம் ஒரு அணுபார அப்ஜனக-ஹரிதகை ஓர் அணுபார ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையுடன் ஸம்யோகிக்கிறதென்பதைக் காட்டுகிறது. இவ்விரண்டு பொருள்களையும் பிரமாணமாக எடுத்துக்கொள்வோம். அவைகளின் கிராம்-அணுபாரங்களே, முறையே அவைகளின் சமான எடைகளைக் காட்டுகின்றன. அதாவது, 36·47 கி. அப்ஜ ஹரிதகிகாமிலம், எந்நிறை க்ஷாரத்துடன் சேர்ந்து காரமழிக்குமோ, அந்நிறையே, எடுத்த க்ஷாரத்தின் சமான எடை. அதேவிதமாக 40·01 கி. ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையைக் காரமழிக்கும் அமில நிறையே அமிலத்தின் சமான எடை. அமிலத்திற்குக் காரணம் விலக்கக்கூடிய அப்ஜனக பரமாணுக்கள். ஒரு அணு அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தில் விலக்கத்தக்க ஒரு பரமாணு அப்ஜனகம் இருக்கிறது. ஆகையால் அதன் சமான எடை அதன் அணுபாரத்திற்குச் சமமானது. ஒரு சமான எடை அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் விகாரித்து, நடுநிலையைக் (காரமழிந்த நிலை) கொடுக்கவேண்டிய ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையின் நிறையே, அந்த க்ஷாரத்தின் சமான எடை. மேலும், க்ஷாரத்திற்குரியது அப்ஜ-பிராணை-மூலம். ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையின் ஓரணுவில் ஓர் அப்ஜபிராணை-மூலமே இருக்கிறது. ஆகையால், அதன் சமான எடை அதன் அணுபாரத்திற்குச் சமம். மேற்கூறிய, 36·47, 40·01 என்ற இரண்டு எண்களும் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தின் சமான

எடையையும் ஸோடிய-அப்ஜபிராணையின் சமான எடையையும், முறையே காண்பிக்கின்றன என்பதைப் பின்னுற் சொல்லிய காரணமும் ஊர்ஜிதப்படுத்துகிறது.

கந்தககிகாமிலத்தின் ஓரணுவில் இரண்டு விலக்கப்படும் அப்ஜனக பரமாணுக்களிருப்பதால் அதன் சமான எடை அதனணுபாரத்திற் பாதியாகும். கால்ஸிய-அப்ஜபிராணையின் ஓர் அணு, இரண்டு அணு-அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் விகாரிக்கிறது. அதன் ஓரணுவில் இரண்டு அப்ஜ-பிராணை மூலங்கள் காணப்படுகின்றன.



$$Ca(OH)_2 + 2HCl = CaCl_2 + 2H_2O$$

ஆகையால், அதன் சமான எடை அதன் அணுபாரத்திற் பாதியாக இருக்கவேண்டும். இவைகளை எல்லாம் கவனிக்க, அமிலங்களின் சமான எடைகளைப் பின்வருமாறு வரையறுத்துக் கூறுவோம். "ஒரு விலக்கப்படும் அப்ஜனக-பரமாணுவைக் கொண்டிருக்கும் அமிலத்தின் எடையே அதன் சமான எடையாம்." நாம், கிராம் நிறையையே உபயோகிப்பதால், சமான எடையையும் கிராம் நிறையில் அளவிடலாம். ஆகையால், "1·008 கிராம் விலக்கப்படும் அப்ஜனகம் அமைந்திருக்கும் அமிலத்தின் கிராம்-நிறையே அமிலத்தின் கிராம்-சமான-எடையைத் தெரிவிக்கிறது." [1]

இதை ஒரு சமீகரணத்தாலுங் காட்டலாம். அமிலத்தின் கிராம்-சமான-எடை $= \frac{\text{கிராம்-அணுபாரம்}}{\text{க்ஷாரத்வம்}}$.

[1] The equivalent weight of an acid is that weight of the acid which contains one atom of replaceable hydrogen—or the gram-equivalent of an acid contains 1·008 g. of replaceable hydrogen.

(ஓர் அமிலத்தின் க்ஷாரத்வம் = ஓர் அணுவிலுள்ள விலக்கப்படும் அப்ஜனக பரமாணுவின் எண்ணிக்கை.)

அமிலங்கள்	அணு பாரம்	விலக்கக்கூடிய அப்ஜனகத்தின் எடை	க்ஷாரத்வம்	சமான எடை
அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலம்	36·47	1·008	1	36·47
கந்தகிகாமிலம்	98·03	2·016	2	49·02
பாக்கியகாமிலம்	63·02	1·008	1	63·02
சாராயிகாமிலம்	60·03	1·008	1	60·03
இங்காலிகாமிலம்	62·02	2·016	2	31·01
பாஸ்வரிகாமிலம்	98·04	3·024	3	32·68
மித பாஸ்வரிகாமிலம் (Metaphosphoric acid HPO_3)	80·03	1·008	1	80·03

மூன்றாவது பத்தியிலுள்ள எண்கள், அமிலங்களில் ஒவ்வோர் அணுபாரத்திலுமுள்ள விலக்கப்படும் அப்ஜனகத்தின் எடையைக் குறிக்கின்றன. நான்காவது பத்தியிலிருப்பது, ஒவ்வோர் அமில அணுவிலுமுள்ள விலக்கப்படும் அப்ஜனக பரமாணுக்களின் எண்ணிக்கை.

அமிலங்களின் சமான எடைகளைத் தெரிந்துகொண்ட பிறகு, க்ஷாரங்களின் சமான எடைகளை வரையறுத்துக் கூறுவது மிகச் சுலபமே.

"ஒரு சமான எடை அமிலம் காரமழிக்கக்கூடிய க்ஷாரத்தின் எடையே க்ஷாரத்தின் சமான எடையாம்."

க்ஷாரத்திற்குரிய அப்ஜ-பிராணை மூலங்கொண்டு வேறுவிதமாகவுங் கூறலாம்:—

"ஓர் அப்ஜ-பிராணமூலம் (Hydroxyl group) கொண்டிருக்கும் க்ஷாரத்தின் எடையே க்ஷாரத்தின் சமான எடையாம்."[1]

இதையும் ஒரு சமீகரணத்தாற் காண்பிக்க,

$$\text{க்ஷாரத்தின் கிராம்-சமான-எடை} = \frac{\text{கிராம்-அணு-பாரம்}}{\text{அமிலத்வம்}}.$$

(அமிலத்வம் = ஓர் அணு க்ஷாரத்திலுள்ள விகாரிக்கும் OH மூலங்கள்.)

க்ஷாரங்கள்	அணு பாரம்	ஒரு சமான எடை அமிலம் காரமழிக்கும் க்ஷாரத்தின் நிறை = சமான எடை	அமிலத்வம்	சமான எடை $\frac{\text{அணுபாரம்}}{\text{அமிலத்வம்}}$
ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை	40·01	40·01	1	40·01
பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணை	56·11	56·11	1	56·11
அமோனிய-அப்ஜ-பிராணை	35·04	35·04	1	35 04
கால்ஸிய-அப்ஜ-பிராணை	74·09	37·04	2	37·04
பேரிய-அப்ஜ-பிராணை	171·4	85·7	2	85·7

மூன்றாவது பத்தியிலும் நான்காவது பத்தியிலும் வித்தியாசமில்லாத சமான எடைகளையே காண்கிறோம். ஏனென்றால், ஒரு சமான எடை அமிலம் ஓர் அப்ஜனக மின்னணுவை வெளியிடும். இது காரமழித்தல் முறையில் ஒரு OH மின்னணுவுடன்தான் சேரும்.

[1] The equivalent weight of a base is that weight of the base which would be exactly neutralized by an equivalent of an acid; or the equivalent weight of a base contains one reactive hydroxyl group.

அமில நிர்ணயமும் க்ஷார நிர்ணயமும் (Acidimetry and Alkalimetry)

இவற்றை முறையே அமில அளவியல் என்றும் க்ஷார அளவியல் என்றுங் கூறலாம்.

காரமழித்தல் முறையில், அமிலமும் க்ஷாரமும் அதன் சமான எடைப்படியாவது அல்லது அவ்விகிதத்திலாவதுதான் விகாரிக்கும். அமிலங்களினுடைய சமான எடைகளையும் க்ஷாரங்களின் சமான எடைகளையும் சோதனை முறைகளிற் கணக்கிடுவதானது காரமழித்தல் முறையைத் தழுவியிருக்கிறது. இம்முறை, விச்லேஷண அதாவது பகுப்பு முறையைச்சார்ந்த ரஸாயன சாஸ்திரத்திலுள்ள, பருமவிபாகத்தின் (Volumetric Analysis) ஓர் அங்கம்.

வீரியந் தெரிந்த க்ஷார விலயனத்தைக் கொண்டு, அமில வீரியத்தைக் கண்டுபிடிக்கும் முறையை 'அமில நிர்ணயம்' அல்லது 'அமில அளவியல்' (Acidimetry) என்றும், வீரியந் தெரிந்த அமில விலயனத்தைக்கொண்டு, க்ஷார விலயனத்தின் வீரியத்தைக் கண்டுபிடிக்கும் முறைக்கு 'க்ஷார நிர்ணயம்' அல்லது 'க்ஷார அளவியல்' (Alkalimetry) என்றும் பெயர். இவ்விரண்டு முறைகளிலும், நடு நிலையைக் காட்டுவதற்காக, ஒரு ஸூசிகையை உபயோகப்படுத்துகிறோம். சமான எடைகளை வழக்கம்போல் கிராம் அளவிலேயே குறிப்போம். இம்முறைகளில் விலயனங்களுபயோகிக்கப்படுவதாலும், விலயனங்களின் வீரியங்களைக் கொண்டே கணக்கிடுகிறோமாகையாலும், விலயன-பருமஅளவைத் திட்டப்படுத்தவேண்டும்.

திட்ட விலயனம் (Standard Solution)

தெரிந்த பரும அளவுள்ள விலயனத்தில் தெரிந்த நிறையுள்ள பொருளைக் கரைத்து நிற்கும் விலயனமே அப்பொருளின் திட்ட விலயனமாம்.[1]

---

[1] A standard solution of a substance is one which contains a known weight of the substance dissolved in a known volume of it.

அமிலங்களும், க்ஷாரங்களும் இன்னும் வர்த்தனிப் பொருள்களும் க்ஷயகாரிகளும், அவையவைகளின் சமான எடைப்படி விகாரிப்பதால், திட்ட விலயனத்தைச் செய்ய, சமான எடையையே பிரமாணமாக எடுத்துக் கொள்ளுதல் முறை. நாம், பருமஅளவு கொண்டே சோதனைகளைச் செய்வதால், "சமான எடையுள்ள பொருளை, எப்பரும அளவு தண்ணீரிற் கரைப்பது?" என்பது கேள்வி. விலயனம் என்ற விஷயத்தைப்பற்றி, முன் சொன்ன சமயத்தில், தண்ணீரிற் சில பொருள்களைக் கரைக்கும்பொழுது, விலயனத்தின் பருமன், எடுத்த தண்ணீரின் பருமனுக்குச் சமமாக இருக்கவேண்டியதவசியமில்லை என்று குறிப்பிட்டோம். ஆகையால், பரும விபாக முறைகளிலெல்லாம் விலயனத்தின் பருமனையே எடுத்துக் கொள்ளவேண்டும். பல விஷயங்களைக் கவனிக்க, திட்ட விலயனத்தின் அளவை ஒரு லீட்டராக எடுத்துக்கொள்ளுவதே நலமென்று எல்லோரும் ஒத்துக்கொண்டிருக்கிறார்கள்.

விதி விலயனம் (Normal Solution)

"கிராம்-சமான-எடையில் எந்தப் பொருளையும்—அமிலத்தையோ, க்ஷாரத்தையோ, உப்பையோ—ஒரு லீட்டர் விலயனத்திற் கரைந்திருக்கும்படி செய்தால், அவ் விலயனமே விதி-விலயனமாம் (Normal Solution).[1] இதைச் "சமான எடை விலயனம்" என்றும் சொல்லலாம். இதிலிருந்து விதி-அமில-விலயனமும், விதி-க்ஷார-விலயனமும் ஒரு பரும அளவில் விகாரித்து நடு நிலையைக் கொடுக்கும் என்பது வெளியாகிறது.

நமது வரையறுத்தலுக்குத் தக்கவாறு, ஒரு லீட்டர் விதி-கந்தகிகாமில விலயனத்தில் 49·01 கிராம் கந்தகிகாமி

[1] A normal solution is that which contains a gram equivalent of the substance dissolved in *one litre of the solution.*

லங் கரைந்திருக்கும். நூறு க.ச.மீ அளவில் 4·901 கிராமும், 10 க.ச.மீ அளவில் ·4901 கிராமும், 1 க.ச.மீ அளவில் ·04901 கிராமும் இருக்கும். ஆகையால் விலயனத்தின் பரும அளவு தெரிய, அதிலுள்ள கரைந்த பொருளின் நிறை தெரியும். வேண்டிய நிறையளவு பொருளை எடுத்துக்கொள்ள, விலயனத்தை கணக்கிட்டு வேண்டிய பரும அளவில் எடுத்துக்கொள்ளலாம்.

4·901 கிராம் கந்தககாமிலம் ஒரு லீட்டர் விலயனத்திலிருக்கிறது என்று வைத்துக்கொள்ளுவோம். இவ்விலயனத்தின் பலம் விதி-விலயனத்தின் பலத்தில் பத்தில் ஒரு பங்கு. ஆகையால், இது "தசாம்ச-விதி-விலயனமாம்" (Decinormal Solution). ஒரு லீட்டர் விலயனத்தில் ·4901 கி. கந்தககாமிலம் கரைந்திருக்குமேயாகில் அது சதாம்ச-விதி-விலயனம் (Centinormal Solution) எனப்படும். இவ்விதமாகக் கரைக்கப்பட்ட பொருளின் நிறைக்கு ஒத்தவாறு விலயனத்தின் பலத்தைக் குறிப்போம். விதி விலயனத்தை "வி" என்றும், தசாம்ச விதி விலயனத்தை $\frac{\text{வி}}{10}$ என்றும், சதாம்ச விலயனத்தை $\frac{\text{வி}}{100}$ என்றும் சங்கேதமாகக் குறிப்பிடுவோம். $\frac{\text{வி}}{20}$ கந்தககாமிலம் என்றால் என்ன? ஒரு லீட்டர் விலயனத்தில் $\frac{49\cdot01}{20} = 2\cdot451$ கி. கந்தககாமிலம் கரைந்திருக்கிறது என்று அர்த்தம். சாதாரணமாக நாம் தசாம்ச விலயனங்களையே பரும விபாகங்களில் உபயோகித்து வருகிறோம்.

$\frac{\text{வி}}{10}$ கந்தககாமிலத்தையும், விதி பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்தையும் எடுத்துக்கொள்ளுவோம். காரமழித்தற் சோதனையில் இவ்விலயனங்கள் எப்பரும அள

வில் விகாரிக்கும்? விலயனங்களின் பலம் ஒரே அளவி லிருக்க ஒரே பருமஅளவில் அவை விகாரிக்கும். ஆனால், அமிலம், க்ஷார விலயனத்தின் பலத்தில் 10-ல் 1 பங்காக இருக்கிறபடியால், 10 க.ச.மீ. அமிலம் 1 க.ச்.மீ. க்ஷார விலயனத்தைக் காரமழிக்கும். ஆகையால் 10 க.ச.மீ $\frac{வி}{10}$ விலயனம் = 1 க.ச.மீ.வி. விலயனம்.

பழக்கத்தில் 1·000 விதி விலயனத்தைத் தயார் செய்வது மிகவும் வருத்தம். 49·01 கிராம் கந்தகிகாமிலத்தை எவ்விதம் நிறையிட்டு எடுப்பது? எந்தப் பொருளையும் துல்யமாய் நிறுக்கலாம். ஆனால், எப்பொருளையும் துல்யமான நிறை அளவில் நிறுத்து எடுக்கமுடியாது. இரண்டிற்குமுள்ள வித்தியாசத்தை நன்குணரவும். சுமார் 49 கிராம் எடை அளவில் கந்தகிகாமிலத்தை எடுத்து அதைச் சுத்தமாக நிறுத்து அளவிடலாம். அந்த அமிலத்தை ஒரு போகணித் தண்ணீரில் ஊற்ற, சூடு உண்டாகும். குளிர வைத்துப் பின்னால் அவ்விலயனத்தை ஒரு லீட்டர் திட்ட-அளவு கூஜாவில் விட்டு, போகணியைப் பலதடவைகள் சுத்த ஜலங்கொண்டு கழுவி, கழுவு தண்ணீரையும் கூஜாவில் விட்டு, கடைசியாக விலயனத்தின் பருமன் 1000 க.ச.மீ இருக்கும்படி, திரவ மட்டம், வரை-அளவு-கோட்டுடன் இணையும்வரை சுத்தமான தண்ணீரைக் கவனமாய்ச் சேர்க்கவும். கூஜாவை, அடைப்பானால் மூடி, செவ்வையாய்க் குலுக்கவும். [ஏன்? விலயனம் முழுதும் அப்பொழுதுதான் ஒரே சங்கலனமுடையதாகும். இதை மறக்கவேகூடாது]. எடுத்துக்கொண்ட கந்தகிகாமிலத்தின் நிறை 50·08 கிராம் என்று வைத்துக்கொள்ளுவோம்.[1] விலயனம் திட்ட விலயனத்தின் பலத்தைப்போல் $\frac{50·08}{49·01}$ பங்கு

[1] வியாபார முறையிற் கிடைக்குஞ் சுண்டின அமிலம் 100% அளவில் சுத்தமானதன்று. கணக்கிடும் முறையைக் காட்டவே இவ்வுதாரணம் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டது.

பலமுடையது. அதாவது 1·0198 பங்கு பலமுடையது. இவ்விலயனத்தை 1·0198 வி. என்று குறிப்பிடுவோம். 'வி' என்பதற்கு முன்னால் நிற்கும் எண்ணுக்கு விதி-பல-குணாங்கம் (Normality Factor) என்று பெயர். பொருளின் சமான எடையால், நிறுக்கப்பட்ட பொருளின் எடையை வகுத்தடைந்த ஈவே விதி-பல-குணாங்கமாம். இக்குணாங்கம், விலயனத்தின் பலம், விதி விலயனத்தோடு எவ்விகிதத்தில் ஒட்டியிருக்கிறதென்பதைக் காட்டுகிறது.

ஒரு விலயனத்தின் விதி-பல-குணாங்கம் 0·997 என்று வைத்துக்கொள்வோம்.

10 க.ச.மீ. ·997 வி. விலயனம் = 9·97 க.ச.மீ. வி. விலயனம்.

·997 வி. விலயனமாவது என்ன? அவ்விலயனத்தின் ஒவ்வொரு லீட்டரிலும், சமான எடை × ·997 கி. பொருள் கரைந்திருக்கும். விதி விலயனத்தில் ஒரு சமான எடை பொருள் ஒரு லீட்டரிலிருக்கிறது. எனவே, ·997 சமான எடை, 997 க.ச.மீ. விதி-விலயனத்தில் தானிருக்கும். ஆகையால் எடுத்துக்கொண்ட பருமஅளவை விதி-பல-குணாங்கத்தாற் பெருக்க, எடுத்துக்கொண்ட விலயனத்திற் கரைந்து நிற்கும் பொருளின் நிறை, விதி விலயனத்தின் எப்பரும அளவிலிருக்குமென்பதைக் குறிக்கும். எடுத்த விலயனத்தை, விதி விலயன நிலையிற் காட்ட, இதுவே வழி.

(1) 10 க. ச. மீ. பாக்கியகாமில விலயனம் 7·3 க. ச. மீ. அளவுள்ள ·992 வி. க்ஷார விலயனத்தைக் காரமழிக்குமேயாகில், ஒரு லீட்டர் அமில விலயனத்திலிருக்கும் பாக்கியகாமிலத்தைக் கணக்கிடு.

·992 வி. பலமுள்ள விலயனத்தின் 7·3 க. ச. மீ. = 7·3 × ·992 = 7·24 க. ச. மீ. வி. விலயனம்.

10 க. ச. மீ. அமில விலயனம் 7·24 க. ச. மீ. வி. க்ஷார விலயனத்திற்குச் சமமாயிருக்கிறது. அமிலத்தின் பலம் க்ஷாரத்தின் பலத்தைவிடக் குறைவே.

1000 க. ச. மீ. வி. விலயனத்திலிருக்கும் பாக்கிய காமிலம் $= 63\cdot01$ கி.

$\therefore$ $7\cdot24$ க. ச. மீ. வி. விலயனத்தில் $\frac{63\cdot01 \times 7\cdot24}{1000}$ கி. பாக்கியகாமிலம் இருக்கும்.

கொடுத்த அமில விலயனத்தில், $\frac{63\cdot01 \times 7\cdot24}{1000}$ கி. பாக்கியகாமிலம் 10· க. ச. மீ. விலயனத்திலிருக்கிறது. ஆகையால் கொடுத்த ஒரு லீட்டர் விலயனத்திலுள்ள பாக்கியகாமிலம் $= \frac{63\cdot01 \times 7\cdot24 \times 1000}{1000 \times 10} = 45\cdot62$ கி.

(2) $18\cdot7$ க. ச. மீ. தசாம்சவிதி பாக்கியகாமிலம் 25 க. ச. மீ. பொட்டாஸிய-க்ஷார-விலயனத்தைக் காரமழித்தால் ஒரு க. ச. மீ. க்ஷார விலயனத்திலுள்ள பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணேயின் நிறையைக் கணக்கிடு.

$18\cdot7$ க. ச. மீ. $\frac{\text{வி}}{10}$ பாக்கிய காமிலம் $18\cdot7$ க. ச. மீ. $\frac{\text{வி}}{10}$ பொட்டாஸிய க்ஷார விலயனத்தைக் காரமழிக்கும். ஆகையால், $18\cdot7$ க. ச. மீ. $\frac{\text{வி}}{10}$ க்ஷாரவிலயனத்தில் பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணே எவ்வளவு இருக்குமோ அதே எடை க்ஷாரம் 25 க. ச. மீ. கொடுத்த விலயனத்தில் அமைந்திருக்கிறது.

1000 க. ச. மீ. $\frac{\text{வி}}{10}$ பொட்டாஸிய-க்ஷார-விலயனத்திலுள்ள பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணே $= 5\cdot611$ கி.

$\therefore$ $18\cdot7$ க. ச. மீ. விலயனத்திலிருக்கும் க்ஷாரம் $= \frac{5\cdot611 \times 18\cdot7}{1000}$ கி.

25 க. ச. மீ. கொடுத்த விலயனத்திலுள்ள க்ஷாரம் $= \frac{5\cdot611 \times 18\cdot7}{1000}$ கி.

$\therefore$ 1 க. ச. மீ. அளவிலுள்ளது $= \frac{5\cdot611 \times 18\cdot7}{1000 \times 25} = \cdot004237$ கி.

ஒரு விலயனத்தின் விதி-பலத்தை எவ்விதங் காண லாம்?

க்ஷார விலயனத்தின் பலத்தைக் கண்டுபிடிக்க, பலம் தெரிந்த அமில விலயனந்தேவை. அமில விலயனத்தின் பலத்தைக்காண, பலம் தெரிந்த க்ஷார விலயனம் தேவை. ஆகையால் திட்ட அமில விலயனத்தையும் திட்ட க்ஷார விலயனத்தையும் தயாரிக்கவேண்டிய முறைகளைக் கவனிப்போம்.

விதி அமில விலயனத்தைத் தயாரிக்க, அமிலத்தைச் சமான எடையளவில் நிறுத்து, ஒரு லீட்டர் விலயனத்திலிருக்கும்படி கரைத்துத் தயாரிக்கவேண்டும். துல்யமாய் 49·02 கி. கந்தகி காமிலத்தையாவது 63·01 கி. பாக்கிய காமிலத்தையாவது 36·46 கி. அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தை யாவது நிறுத்து எடுக்கமுடியாது. அமில நிறையிலிருந்து, விலயனங்களின் பலத்தைக் கண்டுகொள்ளலாமென்று வைத்துக்கொள்ளுவோம். மேற்கூறிய அமிலங்களை சாதாரணமாய்ச் சோதனை-சாலையில் உபயோகப்பட்டு வருபவைகள். அவைகளெல்லாம் 100 % சுத்தமான நிலையிலில்லை. அவையாவும் விலயனங்களே. மேலும் அவ் விலயனங்களின் சங்கலனங்களும் நிலையுள்ளதாக இல்லை. உதாரணமாக, சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமில சீசாவையும் சுண்டின பாக்கியகாமில சீசாவையுந் திறந்தால், அவை புகைவதைப் பார்க்கலாம். அதாவது அமிலங்களிலிருந்து ஆவி வெளிக்கிளம்புகிறது. எனவே அமிலங்களின் பல மும் குறைந்துகொண்டேவரும். சுண்டின கந்தகிகாமில சீசாவைத் திறந்துவைக்க, காற்றிலுள்ள நீராவியை அது உறிஞ்சும். ஆகையால் அதன் பலமும் குறைந்துகொண்டே வரும். இன்னும் இவ்வமிலங்களை எளிதிற் கையாண்டு நிறுக்க முடியாது. அப்படியானால், ஏதாவது ஒரு க்ஷாரத்தை எடுத்துத் திட்ட விலயனஞ் செய்யலாமா? மேற்கண்ட தோஷங்கள் அவைகளிலும் காணப்படுகின் றன. சாதாரணமாய்ச் சோதனை-சாலையில் வழங்கி வருபவை

ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை, பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணை, அமோனிய-அப்ஜ-பிராணை என்பவையே. முதலிரண்டு க்ஷாரங்களை 100% சுத்த அளவில் தயாரித்துக் காப்பாற்றி வைப்பது சாத்தியமில்லையென்றே சொல்லவேண்டும். ஏனெனில், அவ்விரண்டும் காற்றிலுள்ள நீராவியையும் கரியமிலவாயுவையும் ஆவலுடன் உறிஞ்சுஞ் சக்திவாய்ந்தவை. அமோனிய க்ஷாரமோ விலயனத்தில்தானுள்ளது. மேலும், அடைப்பானைத் திறக்க விலயனத்திலிருந்து அமோனியா வெளிவந்துகொண்டே இருக்கும். அதன் பலமும் குறைந்துகொண்டேவரும்.

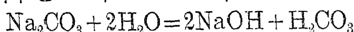
அமில-நிர்ணயத்திற்காகும்படியான திட்டமான ஓர் அமில விலயனத்தையாவது க்ஷார விலயனத்தையாவது அததன் பலத்தைத் துல்யமாய்த் தெரிந்துகொள்ளும் நிலையில் தயாரிக்க முடியாததும் ஓர் ஆச்சரியமே.[1] இந்த நிர்ணயத்திற்காக நாம் எடுத்து உபயோகிக்கும் பொருள் ஈரமற்ற ஸோடிய-இங்காலிகஜமே (Anhydrous Sodium Carbonate Na_2CO_3). இதைச் சுத்தமான நிலையில் தயாரித்துக் கெட்டுப்போகாமல் வைத்துவைக்கலாம். இந்தப் பொருள் சட்டப்படி ஒரு யதார்த்த உப்பே. அதாவது நடுநிலையுப்பே. Na_2CO_3 என்ற அணு சங்கேதத்தில் விலக்கக்கூடிய அப்ஜனகமாவது, OH மூலமாவது இல்லை. இந்நிலையிலுள்ள உப்பு அமில-க்ஷார நிர்ணயங்களின் திட்டமான பிரதிகாரகமாக எடுத்துக்கொள்ளப்படுவதும் விந்தையாக இருக்கிறதல்லவா?

ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையும் இங்காலிகாமிலமும் விகாரித்துவந்த உப்பே ஸோடிய இங்காலிகஜம். ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையின் பலம் 73 என்று வைத்துக்கொள்ள,

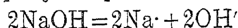
---

[1] ஆனால் ஸக்ஸினிக்-அமிலம் (Succinic acid) போன்ற பல சேதன அமிலங்கள் திடப்பொருள்கள். அவற்றை மிகச் சுத்தமான நிலையிலடையலாம். உயர்தரவேலைக்கு அவற்றையெடுத்துத் திட்ட விலயனத் தயாரிப்பதுண்டு.

இங்காலி காமிலத்தின் பலம் 0·06 ஆக இருக்கிறது. ஆகையால் இந்த உப்பு, தண்ணீரிற் கரைக்கப்பட்டவுடன் நீர்வியோகம் முற்றிலும் ஏற்பட்டுவிடுகிறது.

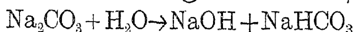


$$Na_2CO_3 + 2H_2O = 2NaOH + H_2CO_3$$



$$2NaOH = 2Na^{\cdot} + 2OH'$$

H_2CO_3 நமது தற்கால விகாரத்திற்கு மின்னணுக்களாகப் பிரியாதென்றே வைத்துக்கொள்ளலாம். ஆகையால் ஸோடிய-இங்காலிகஜங் கரைந்த விலயனம் இவ்வேலைக்கு ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை கரைந்த விலயனம்போலவே நடிக்கிறது (490-ம் பக்கம் பார்க்கவும்). ஆனால் இந்நடிப்பு சில ஸூசகிகளிடத்திலேயேதான் பலிக்கும். ஸூசகி, மிதில-பிங்கலமாக இருந்தால், விலயனம், ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையை மாத்திரமே கொண்டதுபோல் நடிக்கிறது. அதாவது, மிதில-பிங்கலம் இங்காலிகாமிலத்துடன் விகாரித்து நிறமாறுபாடுகளைக் காண்பிக்காது. பீனொல்ப்தாலீன் (Phenolphthalein) ஸூசகியாயிருக்குமேயாகில், ஸோடிய-இங்காலிகஜம் கரைந்த விலயனத்துடன் சேர, அது ரோஜாச் சிவப்பாகவே மாறும்; க்ஷாரத் தன்மையைக் காட்டும். ஆனால், $Na_2CO_3 + HCl = NaCl + NaHCO_3$ என்ற இச்சமீகரணத்திற் காட்டிய நிலை வந்தவுடனே, ஸூசகி நடுநிலையைக் காட்டிவிடும். அதாவது, மிதில-பிங்கலத்தை உபயோகப்படுத்தும்பொழுது ஓர் அணு ஸோடிய-இங்காலிகஜம் இரண்டு ஸோடிய-அப்ஜ பிராணை அணுக்களுக்குச் சமானமாகவும், பீனொல்ப்தாலீனை உபயோகப்படுத்தும்பொழுது, ஓர் அணு உப்பு ஓர் அணு ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணைக்குச் சமானமாகவும் நடிக்கிறது.



$$Na_2CO_3 + H_2O \rightarrow NaOH + NaHCO_3$$

பீனொல்ப்தாலீனை உபயோகிக்கும்பொழுது வேறு சில நிபந்தனைகளுமுண்டு.

சோதனைச்சாலையிலுள்ள 10 க. ச. மீ. ஸோடிய இங்காலிகஜ விலயனத்தை (பிப்பட்டால்) எடுத்து, அதனோடு சில மிதில-பிங்கல விலயனச் சொட்டுகளைச் சேர்த்து,

பூரட்டிலிருந்து சோதனைச்சாலையிலுள்ள அப்ஜ-ஹரிதகிகாமில விலயனத்தை ஸோடா உப்பு விலயனத்துடன் விகாரிக்கச்செய்து நடுநிலையை அடைய எவ்வளவு அமில விலயனம் வேண்டுமென்று குறித்துக்கொள். பிறகு, சோதனையைப் பினல்ப்தாலீன்கொண்டு திருப்பிச்செய்து, அமில அளவைக் குறித்துக்கொள். அநேகமாய்ப் பின் பரும அளவு முன் பரும அளவிற் பாதியாயிருக்கக் காண்பாய். விலயனம் உஷ்ணமாயிருக்க, அமிலத்தின் பருமன் பீனல்ப்தாலீன் கொண்டு சோதிக்கும் முறைகளில், வித்தியாசமடையும்.

சரி. ஸோடிய-இங்காலிகஜத்தைப் பிரதிகாரகமாக எடுத்துக்கொண்டு, மிதிலபிங்கலத்தையும் ஸூசகியாக உபயோகிப்போம். ஸோடிய-இங்காலிகஜத்தின் சமான எடை என்ன? மேற்சொல்லிய வியவகாரத்திலிருந்து அதன் சமான எடை அணுபாரத்திற் பாதியாயிருக்க வேண்டுமென்று வெளியாகிறது. மேலும், $Na_2CO_3+2HCl=2NaCl+H_2O+CO_2$. 2 சமான-எடை அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலம் ஓர் அணு ஸோடா உப்புடன் விகாரிப்பதால், 1 சமான எடை அமிலம் $\frac{1}{2}$ அணுபார உப்புடனே விகாரிக்கிறது. ஸோடிய-இங்காலிகஜத்தின் சமான எடை

$$=\frac{2\times 23+12+48}{2}=\frac{106}{2}=\mathbf{53.}$$

1 லீட்டர் விலயனத்தில் 53 கிராம் ஸோடிய-இங்காலிகஜம் கரைந்துநிற்க, அதே விதி-விலயனமாகும். ஆகையால் தசாம்ச-விதி விலயனஞ் செய்ய சுமார் 5·3 கிராம் ஸோடிய-இங்காலிகஜத்தை எடுத்து, அதன் எடையைத் துல்யமாய்த் தராசுகொண்டு நிறுத்து, தண்ணீரிற் கரைத்து, விலயனத்தை ஒரு லீட்டர் பருமனாக இருக்கும்படி செய்யவும். ஸோடா உப்பின் நிறை 5·353 கி. என்று வைத்துக்கொள்ளுவோம். விலயனத்தின் பலம்

$$=\frac{5\cdot353}{53}=\cdot101 \text{ வி அல்லது } 1\cdot01\frac{\text{வி}}{10}.$$

திட்டமாய் ஒரு க்ஷாரகுணமுள்ள விலயனத்தைத் தயாரித்துவிட்டோம்.

திட்டமாய் ஓர் அமில விலயனத்தை எப்படித் தயாரிக்கலாம்? சாதாரணமாய்ச் சுண்டின-அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தின் பலம் 10 வி. சுண்டின பாக்கியகாமிலத்தின் பலம் 16 வி. சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தின் பலம் 36 வி. ஆகையால் திட்டநிலையில் இவ்வமில விலயனங்களைத் தயாரிக்க, சுமார் $\frac{1000}{10}=100$ க. ச. மீ. HCl, $\frac{1000}{16}=62{\cdot}5$ க. ச. மீ. HNO_3, $\frac{1000}{36}=28$ க. ச. மீ. H_2SO_4 என்பவற்றைத் தனித்தனியாக அளவு ஜாடிகொண்டு அளந்து, சுத்தத் தண்ணீரிற் கரைத்து, விலயனமொவ்வொன்றையும் 1000 க. ச. மீ. பருமனுள்ளதாகச் செய்யவேண்டிய அளவு சுத்தத் தண்ணீரைச் சேர்க்கவேண்டும். இவைகளொவ்வொன்றும் சுமார் விதிநிலையிலேயே இருக்கும். $\frac{\text{வி}}{10}$ விலயனம் வேண்டிய சமயங்களில், மேற்குறித்த பரும அளவுகளிற் பத்திலொருபங்கை எடுத்துக்கொண்டு, கடைசியாக விலயனத்தின் பருமன் ஒரு லீட்டராக இருக்கும்படி செய்ய வேண்டியது.

அமிலவிலயனத்தின் விதி-பலத்தை அளவிடுதல்

10. க. ச. மீ. சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தை 1000 க. ச. மீ. விலயனத்திலிருக்கும்படிசெய்து விலயனத்தைச் செவ்வையாகக் குலுக்கு. நன்றாய்க் கழுவிச் சுத்தப்படுத்தப்பட்ட பூரட்டை, இவ்வமில விலயனங்கொண்டு கழுவி, அதைப் பூரட் பீடத்தில் நிறுத்திவை. புனல் வழியாய்ப் பூரட்டில் விலயனத்தைவிட்டுப் பின்பு புனலை எடுத்துவிடு.* பூரட் அடைப்பானைத் திறந்து, காம்பில்

* விலயன மட்டத்தை அளவிடும்பொழுதும் சோதனை செய்துகொண்டிருக்கும்பொழுதும் புனல் பூரட்டிலிருக்கவே கூடாது. இருந்தால் பிழை நேரிடும்.

காற்றுக் கொப்புளங்கள் இல்லாதபடி விலயனம் நிரம்பிய வுடன், அடைப்பானை மூடவும். பூரட்டிலுள்ள விலயன மட்டத்திற்கிசைந்த அளவைக் குறித்துக்கொள். [திரவ மட்டம் 0 அளவு கோட்டுடன்தான் இசைந்திருக்கவேண் டுமென்று நினைத்து அந்நிலைக்குக் கொண்டுவரச் சிரமப் படாதே. இது அவசியமேயில்லை. இதனால் வீண் சிரமமும் காலதாமதமுமே ஏற்படும். பூரட்டிலிருந்து விடப்படும் திரவத்தின் பருமன், பூரட், சோதனைக்கு முன்னும் பின் னுங் காட்டுகிற அளவுகளின் வித்தியாசமே.]

ஒரு 20 க. ச. மீ. பிப்பட்டைச் சுத்தஞ்செய்து, தயா ரித்த ஸோடிய-இங்காலிகஜ விலயனத்தைப் பிப்பட்டில் உறிஞ்சி உட்பக்கம் பூராவும் விலயனம்படும்படி பிப்பட் டைச் சாய்த்து உருட்டு. பிப்பட்டிலிருக்கும் திரவத்தை வெளியேறவிட்டுப் பிப்பட்டை உதறு. பிறகு 20 க. ச. மீ. விலயனத்தை, பிப்பட்டினுதவிகொண்டு, ஒரு சுத்தமாய்க் கழுவப்பட்ட எர்லன் மேயர் கூஜா எனப்படும் குவிந்த கூஜாவில் (Erlenmeyer flask or Conical flask) எடுத் துக்கொண்டு, அத்துடன் சில மிதில-பிங்கல விலயனச் சொட்டுக்களைச் சேர். [ஸூசகி விலயனங்களைச் சோதனை முழுவதிலும் ஒரே அளவிலே சேர்க்கவேண்டும். ஸூசகி-விலயன-சீசாக்களின் தக்கையில் ஒரு குழாயிருக்கும். குழாயின் வாயை அமுக்கித் தக்கையை வெளியே எடுக்க, குழாயில் விலயனம் நிற்கும். விரலை இலேசாகத் திறந்து, வேண்டிய அளவு விலயனங் குழாயில் நின்றவுடன் விரலை அமுக்கிக் குழாயை யெடுத்து அதிலுள்ள ஸூசகி விலய னத்தைச் சேர்க்கவும். ஒரே அளவு ஸூசகி விலயனத்தை எடுத்துக்கொள்ள, குழாயில் ஒரு கோட்டைக் கீறிட்டு வைத்துக்கொள்ளுவது நலம்.] க்ஷாரவிலயனம் மஞ்சளாக மாறும். இதைப் பூரட்டின் காம்பினடியில் வைக்கவும். கூஜாவின் அடியில் ஒரு வெள்ளைக் கடிதத்தையோ, ஒரு பீங்கான் சதுரக் கல்லையோ வைத்துக்கொள்ள, கூஜாவி லுள்ள விலயனத்தின் நிறம் நன்றாகத் தெரியும்; நிற மாறு

பாட்டையும் எளிதில் தெரிந்துகொள்ளலாம். பூரட்டிலிருந்து அமிலத்தை ஒரு க. ச. மீ. அளவிற் சேர்க்கவும். ஒவ்வொரு சேர்க்கைக்குப் பின்னும், கூஜாவை ஜாக்கிரதையாகவும் நன்றாகவும் ஆட்டவேண்டும். இப்படிச் சேர்ப்பதில், ஒரு எல்லையை அடைவோம். அதாவது ஓர் அளவு அமிலஞ் சேர்ந்தபிறகு, மஞ்சளாயிருந்த விலயனம், அந்த அளவுக்குமேல் ஒரு க. ச. மீ. அமிலஞ் சேர்ந்தவுடன் சிவப்பாக மாறும். ஆகையால், இந்த எல்லைக்குள்ளேயேதான் நடுநிலை இருக்கவேண்டும். 20 க. ச. மீ. அமிலஞ் சேர்க்க, மஞ்சள் நிறமாகவும், 21 க. ச. மீ. அமிலம் சேர்ந்தவுடன் சிவப்பு நிறமாகவும் விலயனம் மாறியதென்று வைத்துக் கொள்ளுவோம். 20 க. ச. மீ. க்ஷாரவிலயனத்தைக் காரமழிக்க, 20 லிருந்து 21 க. ச. மீ.-க்குள் அமிலம் தேவையென்பது தெரியவருகிறது.

குவிந்த கூஜாவை நன்றாய்க் கழுவிவிட்டு*, மறுபடியும் அதில் 20 க. ச. மீ. க்ஷாரவிலயனத்தை எடுத்து அதனுடன்

* "உரிய விலயனங்களாற் பூரட்டையும் பிப்பட்டையுங் கழுவியபின்பே அவைகளில் உரிய விலயனங்களை எடுத்து அளவிடு" என்ற எச்சரிக்கையை உபாத்தியாயர் அழுத்தமாகச் சொல்லுவார். சில மாணாக்கர்கள் இதை எல்லாச் சமயங்களிலுமுபயோகப்படுத்த நினைத்து, குவிந்த கூஜாவையும் விலயனங்கொண்டு கழுவி, பிறகு பிப்பட்டால் வேண்டிய அளவு விலயனத்தை எடுத்துக்கொள்ளுகிறார்கள். இது மிகத் தப்பான காரியம். ஏன்? கூஜாவில் ஒட்டிநிற்கும் விலயனம், பிப்பட் குறித்த அளவிற்கு மேற்பட்டதல்லவா? அது கணக்கிலகப்படாமற் போய்விடும். சோதனையிற் பிழை ஏற்படுவது நிச்சயம். "கூஜாவைச் சுத்தஜலமிட்டுக் கழுவி உபயோகிக்கவேண்டுமென்றால், கூஜாவில் ஒட்டிநிற்கும் சுத்தத் தண்ணீர் பிழையைக் கொடுக்காதா?" என்ற சந்தேகம் சில மாணாக்கர்களுக்குத் தோன்றும். நாம் பிப்பட்டிலிருந்து விடப்படும் விலயனத்திலுள்ள பொருளை அளவிடுகிறோம். ஒட்டி நின்ற தண்ணீர் இஃதுடன் சேர, கூஜாவிலுள்ள பொருளின் அளவைக் குறைத்துவிடவில்லை. சிலசமயங்களிற் பிப்பட்டிலிருந்து விலயனத்தை எடுத்து, அதனோடு தண்ணீரைக் கூஜாவிற் சேர்த்துக்கொள்ள வேண்டிவரும். இதுவும் கூஜாவிலுள்ள பொருளின் எடையை மாற்றிவிடாது.

மிதில பிங்கலத்தைச் சேர்த்துப் பூரட்டுக்கடியில் அதை வைத்து, பூரட்டில் திரவ-மட்டத்தை அளவிட்டு, 20 க. ச. மீ. அமிலத்தை வார்த்து, பூரட்டின் திருகு அடைப்பானை மூடி, கூஜாவிலுள்ள விலயனம் நன்றாய் ஒன்றுசேரும்படி கூஜாவை ஆட்டிப் பின்பு பூரட்டிலிருந்து அமிலத்தைச் சொட்டும்படி செய்யவும். ஒவ்வொரு சொட்டு விழுந்த வுடன் விலயனத்தைக் குலுக்கி, விலயனத்தின் நிறத்தைக் கவனித்துக்கொண்டு வர, ஒரு சொட்டு அமிலம் விழுந்த வுடன், ஒரு நிலையில் விலயனத்தின் நிறம் மஞ்சளிலிருந்து சிவப்புக்கு மாறும். இதுதான் நடுநிலை என்று வைத்துக் கொள். பூரட்டிலுள்ள திரவ மட்ட அளவைக்குறி. முன் போல், மறுபடியும் இரண்டு சோதனைகள் செய்து அமில பருமனைக் கணக்கிடு. மூன்று சோதனைகளிலும் அமில அளவு ஒன்றாகவே இருக்கவேண்டும். இவைகளுக்குள்ள வித்தியாசம் 0·1 க. ச. மீ.-க்குமேற் போகவேகூடாது. இந்த அளவுகளின் சராசரியைக் கணக்கிடு. அப்பரும அளவுள்ள அமிலமே, 20 க. ச. மீ. க்ஷாரத்தைக் காரமழிக் கிறது என்று கொண்டு, அமிலத்தின் பலத்தைக் கணக்கிடு.

குறிப்பு:—பூரட்டில் அமில விலயனத்தை ஒவ்வொரு சோதனைக்குப் பின்னும் ஊற்றி, அதில் திரவமட்டம் கிட் டத்தட்ட ஒரே மட்டத்திலிருக்கும்படி செய்து சோதனை யைச் செய்வது நலம். ஏனெனில் சில பூரட்டுகளின் அளவு கோடுகள் சரியாக இல்லாமலிருக்கலாம். மேலுள்ள அள வுகளுக்கும் கீழுள்ள அளவுகளுக்கும் சில சமயங்களில் சிறிதளவு வித்தியாசங் காணப்படுகிறது. ஒவ்வொரு சோதனையிலும் ஆரம்ப திரவமட்டத்தை ஒரே அளவி லிருக்கச்செய்ய, மேற்கண்ட குறையாலேற்படும் பிழை வெகுவாகக் குறையும்.

ஸோடிய-இங்காலிகஜ விலயனத்தின் பலம் $= 1{\cdot}01 \frac{\text{வி}}{10}$.

க்ஷார விலயன அளவு	ப்யூரட் காட்டும் அளவு		சேர்க்கப்பட்ட அமில அளவு
	சோதனைக்கு முன்	சோதனைக்குப் பின்	
20 க. ச. மீ.	1·8	21·4	20·6 க. ச. மீ.
,,	2·0	22·5	20·5 ,,
,,	1·9	22·5	20·6 ,,
		சராசரி ...	20·57 ,,

20 க.ச.மீ. 1·01 $\frac{வி}{10}$ பலமுள்ள க்ஷார விலயனம் = 20·57 க.ச.மீ. அமில விலயனம். அமில விலயனத்தின் பலம் க்ஷார விலயனத்தை விடக் குறைந்தது. அமிலம் க்ஷாரத்தைப்போல், $\frac{20}{20·57}$ பங்கு பலமுடையது. எனவே அமிலத்தின் பலம் $= \frac{20}{20·57} \times 1·01 \frac{வி}{10} = ·9916$ $= 0·992 \frac{வி}{10}$.

ஒரு லீட்டர் விதி-விலயனத்தில் 1 சமான எடை அமிலமிருக்கும். அதாவது 36·47 கிராம் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலம் இருக்கும். தசாம்ச விலயனத்தில் 3·647 கி. அமிலம் ஒரு லீட்டரிலிருக்கும். எடுத்த விலயனத்தின் பலம் $= ·992\frac{வி}{10}$.

∴ அதிலுள்ள அமிலம் $= ·992 \times 3·647 =$ **3·618** கி.

இவ்விதமாகத் திட்டநிலையில் ஓர் அமில விலயனத்தையும் ஒரு க்ஷார விலயனத்தையும் தயாரித்துவைத்துக்

கொண்டு, கொடுத்த அமிலங்கள், க்ஷாரங்கள், அல்லது, அமில அல்லது க்ஷாரத்தன்மை பொருந்திய பொருள்கள், அமிலத்தினால் அல்லது க்ஷாரத்தினால் விகாரமடையுஞ் சில பொருள்கள் என்ற இவைகளின் அளவைப் பரும விச்லேஷண முறைகளாற் கண்டுபிடிக்கலாம்.

உதாரணமாகச் சில கணக்குகளைச் செய்து இம்முறைகளை நன்றாயறிவோம்.

(1) அநேகமாய் தசாம்ச-விதி-பலமுள்ள கந்தகிகாமில விலயனத்தைச் சங்கலனந் தெரிந்த ஸோடிய இங்காலிகஜ விலயனங்கொண்டு அளவிட்ட சோதனையிற் பின்வரும் பரிமாணங்கள் காணப்பட்டன. அமில விலயனத்தைத் துல்யமாய் விதி-தசாம்ச பலமுள்ளதாக்க, ஒரு லீட்டர் விலயனத்திற்கு எவ்வளவு தண்ணீர் சேர்க்க வேண்டும்?

ஒரு லீட்டர் விலயனத்திற் கரைந்துள்ள ஸோடிய-இங்காலிகஜத்தின் நிறை $=5{\cdot}16$. கி.

20 க.ச.மீ. ஸோடா உப்பு விலயனத்தை 19·3 க.ச.மீ. அமில விலயனம் முதற் சோதனையிலும் 19·4 க.ச.மீ. அமில விலயனம் 2-வது சோதனையிலும் காரமழித்தது.

ஸோடா-உப்பு விலயனத்தின் பலம்

$$= \frac{5{\cdot}16}{5{\cdot}3}\ \frac{\text{வி}}{10} = 0{\cdot}974\ \frac{\text{வி}}{10}.$$

20 க.ச.மீ. ஸோடா உப்பு விலயனம் $=\dfrac{19{\cdot}3+19{\cdot}4}{2}$

$= 19{\cdot}35$ க.ச.மீ. அமில விலயனம்.

அமில விலயனத்தின் பலம்

$$=\frac{20}{19{\cdot}35}\times{\cdot}974 = 1{\cdot}007\ \frac{\text{வி}}{10}.$$

அதாவது கொடுத்த ஒரு லீட்டர் விலயனம் $= 1007$ க.ச.மீ. $\frac{\text{வி}}{10}$ விலயனம். ஆகையால் ஒரு லீட்டர் விலயனத்துடன் 7 க.ச.மீ. தண்ணீரைச் சேர்க்க அது தசாம்ச விதி விலயனமாகும்.

(2) 4 கிராம் சலவைக்கல்லின்மேல் ($CaCO_3$) சுமார் 50 க.ச.மீ. தண்ணீரையும் 10 க.ச.மீ. சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தையும் வார்க்க, கரியமிலவாயு வெளியே வந்தது: சலவைக்கல் முற்றிலும் கரைந்தது. விலயனம், இளஞ்சூடு காட்டியபிறகு, திட்ட அளவு கூஜாவில் 200 க.ச.மீ. பருமனுக்கு நீரிட்டுப் பெருக்கப்பட்டுச் செவ்வையாய்க் குலுக்கப்பட்டது. 20·0 க.ச.மீ. 0·985 $\frac{\text{வி}}{10}$ ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்தை 19·7 க.ச.மீ. அளவு கூஜாவில் பெருக்கப்பட்ட அமிலம் காரமழித்ததென்றால் ஒரு லீட்டர் சுண்டின அமிலத்திலுள்ள அப்ஜனக-ஹரிதகையைக் கணக்கிடு.



$$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

$CaCO_3$ - இன் அணுபாரம் $= 40 + 12 + 3 \times 16 = 100$.

100 கிராம் சலவைக்கல்லுடன் $2 \times 36{\cdot}47$ கி. அல்லது 2000 க.ச.மீ. விதி HCl விலயனம் விகாரிக்கும்.

4 கிராம் சலவைக்கல்லுடன் விகாரிக்க, வேண்டிய விதி-அமில விலயனம் $= \frac{2000}{100} \times 4 = 80$ க.ச.மீ.

வேண்டிய அளவுக்குமேல் அமிலஞ் சேர்க்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்த அதிக அமிலம் முழுவதும் பெருக்கப்பட்ட 200 க.ச.மீ. விலயனத்திலிருக்கிறது. இவ்விலயனத்தின் பலம் $= \frac{20}{19{\cdot}7} \times {\cdot}985 = 1{\cdot}00 \frac{\text{வி}}{10} = {\cdot}1$ வி.

200 க.ச.மீ. ·1 வி. விலயனத்திலுள்ள அமிலம் $= 200 \times {\cdot}1 = 20$ க.ச.மீ. வி. அமில விலயனம்.

சலவைக்கல்லுடன் விகாரித்த அமிலம் = 80 க.ச.மீ. வி. விலயனம்.

அதிக அளவிலுள்ள அமிலம் = 20 க.ச.மீ. வி. விலயனம்.

அமில மொத்தம் = 100 க.ச.மீ. வி. விலயனம்.

எடுத்துக்கொண்ட 10 க.ச.மீ. அமிலம் 100 க.ச.மீ. விதி அமில விலயனத்திற்குச் சமம். ஆகையால் எடுத்த அமிலத்தின் பலம்=10 வி. ஒரு லீட்டர் சுண்டின அமிலத்திலுள்ள அப்ஜனக-ஹறிதகை

$$=10 \times 36{\cdot}47 = \mathbf{364{\cdot}7} \text{ கி.}$$

(3) 20 க.ச.மீ. தாம்ரிக-கந்தகிகஜ விலயனத்துடன் 40 க.ச.மீ. 1·05 $\frac{\text{வி}}{10}$ ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்தைக் கலந்து, கொதிக்கவிட்டு, அவபதித்த தாம்ரிக-பிராணையை வடிகட்டி, அவபதிதத்தை நன்றாய்க் கழுவி, வடிதிரவத்தையெல்லாம் ஒரே பாத்திரத்தில் விழச்செய்து, அதை ·950 $\frac{\text{வி}}{10}$ கந்தகிகாமில விலயனத்துடன் காரமழித்ததில், 21·0 க.ச.மீ. அமிலம் வேண்டியிருந்தது என்றால், ஒரு க.ச.மீ. விலயனத்திலுள்ள ஸ்படிக-தாம்ரிக-கந்தகிகஜத்தைக் ($CuSO_4\ 5H_2O$) கணக்கிடு.

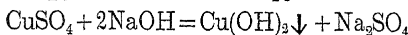
சேர்க்கப்பட்ட 40 க.ச.மீ. ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை $=40 \times 1{\cdot}05 = 42$ க.ச.மீ. $\frac{\text{வி}}{10}$.

அதிகம் நின்ற க்ஷாரம் $= 21 \times {\cdot}95$

$= 19{\cdot}95$ க.ச.மீ. $\frac{\text{வி}}{10}$.

20 க.ச.மீ. துத்த விலயனத்துடன் விகாரித்த க்ஷாரம் $=42 - 19{\cdot}95 = 22{\cdot}05$ க.ச.மீ. $\frac{\text{வி}}{10}$.

1 க.ச.மீ. துத்த விலயனத்துடன் விகாரிக்கும் க்ஷாரம் $= \frac{22{\cdot}05}{20} = 1{\cdot}103$ க.ச.மீ. $\frac{\text{வி}}{10}$.



$$CuSO_4 + 2NaOH = Cu(OH)_2 \downarrow + Na_2SO_4$$

அதாவது 2 சமான எடை ஸோடிய அப்ஜ-பிராணை அல்லது 20,000 க.ச.மீ. $\frac{\text{வி}}{10}$ க்ஷார விலயனம் ஓர் அணுத் துத்தத்துடன் விகாரிக்கிறது. ஸ்படிக தாம்ரிக-கந்தகி

கஜத்தின் அணுபாரம் $(CuSO_4\,5H_2O) = 63{\cdot}57 + 32{\cdot}06 + 16 \times 4 + 5 \times 18{\cdot}016) = 251{\cdot}7$.

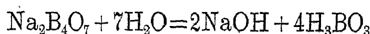
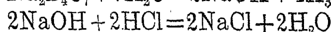
20000 க.ச.மீ. $\frac{\text{வி}}{10}$ க்ஷாரம் = 251·7 கி. ஸ்படிக துத்தம்.

$\therefore$ 1·103 க.ச.மீ. $\frac{\text{வி}}{10}$ க்ஷாரம் $= \frac{251{\cdot}7 \times 1{\cdot}103}{20000}$

= **0·0139** கி. துத்தம்.

ஆகையால் ஒரு க.ச.மீ. விலயனத்திலுள்ள ஸ்படிக தாம்ரிக-கந்தகிகஜம் = 0·0139 கி.

(4) கடையில் வாங்கிய ஸ்படிக வெண்காரக்[1] கட்டியில் 2·22 கிராம் எடை, 100 க.ச.மீ. விலயனத்திற் கரைக்கப்பட்டது. இவ்விலயனத்தில் 20 க.ச.மீ.-ஐ எடுத்து, சுமார் 50 க.ச.மீ. தண்ணீரைச் சேர்த்து 1·01 $\frac{\text{வி}}{10}$ அப்ஜ-ஹரிதகிகாமில விலயனத்தைக்கொண்டு சோதிக்க, 19·9 க.ச.மீ. அமிலவிலயனம் காரமழிக்கத் தேவையாயிருந்தது. காரமழித்தல் முறையில் மிதில பிங்கலம் ஸூசகியாக உபயோகிக்கப்பட்டது. கடையில் வாங்கிய வெண்காரம் எவ்வளவு சுத்தமானதென்று அடியிற்கண்ட சமீகரணத்தினுதவியால் கணக்கிடு. ஸ்படிக வெண்கார அணு சங்கேதம் = $Na_2B_4O_7 10H_2O$.


$$Na_2B_4O_7 + 7H_2O = 2NaOH + 4H_3BO_3$$

$$2NaOH + 2HCl = 2NaCl + 2H_2O$$

$$Na_2B_4O_7 + 2HCl + 5H_2O = 2NaCl + 4H_3BO_3$$

[1] சுத்தமான வெண்காரங்கொண்டு ஓர் அமிலவிலயனத்தின் பலத்தைத் திட்டப்படுத்தலாகும். திட்ட ஸோடிய-இங்காலிகஜ விலயனத்திற்குப் பதிலாக, திட்ட வெண்கார விலயனத்தை முறைப்படி தயாரித்து (வெண்காரத்தின் சமான எடை = 190·8), மிதிலபிங்கலத்தினுதவிகொண்டு, அமிலவிலயனத்தின் பலத்தைக் காணுவதும் இந்நாளிற் கையாளப்படும் முறைகளிலொன்று.

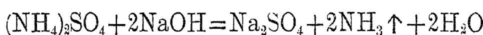
முன்னமேயே, வெண்காரம், ஸோடா உப்பைப் போல் (Na_2CO_3) தண்ணீரிற் கரைய, நீர்வியோகமேற்படுகிறதென்று குறித்தோம். மிதிலபிங்கலம் பொறணிகாமிலத்தால் யாதொரு நிறமாறுபாட்டையும் அடையாது: மேற்கண்ட சமீகரணத்திலிருந்து வெண்காரத்தின் சமான எடை அதன் அணுபாரத்திற் பாதி என்று தெரிகிறது. (ஏனென்றால், ஓர் அணுபாரம் 2 சமான எடை அமிலத்துடன் விகாரிக்கிறது.) ஸ்படிக வெண்காரத்தின் அணுபாரம் $= 2 \times 23 + 4 \times 10{\cdot}9 + 7 \times 16 + 10 \times 18{\cdot}016 = 381{\cdot}6$

$$\therefore \text{ அதன் சமான எடை } = \frac{381{\cdot}6}{2} = \mathbf{190{\cdot}8}.$$

20 க.ச.மீ. வெண்கார விலயனம் $= 19{\cdot}9 \times 1{\cdot}01 = 20{\cdot}1$ க.ச.மீ. $\frac{\text{வி}}{10}$ அமில விலயனம். $\therefore$ வெண்கார விலயனத்தின் பலம் $= \frac{20{\cdot}1}{20} = 1{\cdot}005 \frac{\text{வி}}{10}$. 1000 க.ச.மீ. $\frac{\text{வி}}{10}$ விலயனத்திற் கரைந்துள்ள வெண்காரம் $= \frac{190{\cdot}8}{10} = 19{\cdot}08$ கி. 100 க.ச.மீ. $\frac{\text{வி}}{10}$ விலயனத்திற் கரைந்துள்ள வெண்காரம் $= 1{\cdot}908$ கி. 100 க.ச.மீ. $1{\cdot}005\frac{\text{வி}}{10}$ விலயனத்திலுள்ள வெண்காரம் $= 1{\cdot}908 \times 1{\cdot}005 = 1{\cdot}918$ கி. $1{\cdot}005\frac{\text{வி}}{10}$ 100 க.ச.மீ. வெண்கார விலயனத்தில் 1·918 கிராம் சுத்தமான ஸ்படிக வெண்காரம் கரைந்திருக்கும். ஆனால் கொடுத்த விலயனத்தில் 2·22 கிராம் கடைச்சரக்கு கரைக்கப்பட்டிருக்கிறது. 2·22 கி. கடைச்சரக்கில் 1·918 கி. வெண்காரமே இருக்கிறது.

$$\therefore \text{ கடைச் சரக்கின் சுத்தம் } = \frac{1{\cdot}918}{2{\cdot}22} \times 100 = \mathbf{86{\cdot}4}\,\%$$

(5) 20 க.ச.மீ. அமோனிய-கந்தகிகஜ விலயனத்துடன், 40 க.ச.மீ. $\frac{\text{வி}}{10}$ ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்தைச் சேர்த்துக் கொதிக்கவிட, அமோனியா வாயு வெளியேறியது. அவ்வாயு வெளிவருவது நின்றவுடன் (இந்நிலையில் வெளிவரும் நீராவியைச் சிவப்பு லிட்மஸ்கொண்டு சோதிக்க, அது நீலமாக மாறவில்லை.) விலயனத்தைக் குளிரவிட்டு, முறைப்படி சோதிக்க, அதில் மிகுதி நின்ற ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையை 19·5 க.ச.மீ. $\frac{\text{வி}}{10}$ அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலம் காரமழித்தது என்றால், கொடுத்த அமோனிய-கந்தகிகஜ விலயனத்தின் பலத்தைக் கணக்கிடு.


$$(NH_4)_2SO_4+2NaOH=Na_2SO_4+2NH_3\uparrow+2H_2O$$

ஓரணு அமோனிய-கந்தகிகஜத்துடன் இரண்டணு ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை விகாரிப்பதால், அமோனிய-கந்தகிகஜத்தின் சமான எடை

$$=\frac{\text{அணுபாரம்}}{2}=\frac{132\cdot14}{2}=66\cdot07.$$

கணக்கிலிருந்து, ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை அமோனிய-உப்புடன் விகாரிக்கத் தேவையான அளவிற்கு மேற்பட்டுச் சேர்க்கப்பட்டிருக்கிறதென்பது தெளிவாகிறது. இவ்வதிக அளவிலுள்ளதே திட்ட அமில விலயனத்துடன் விகாரித்தது. முதலிலெடுத்துக்கொண்டதற்கும் விகாரத்தின் முடிவில் அதிக அளவு நின்றதற்குமுள்ள வித்தியாசத்திற்குரிய ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையே எடுத்துக்கொண்ட அமோனிய-உப்புடன் விகாரித்திருக்கவேண்டும். எனவே அமோனிய-உப்பின் பலத்தைக் கீழே கண்டவாறு கணக்கிடலாம்.

முதலில் எடுத்துக்கொண்ட ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை

$=40$ க.ச.மீ. $\frac{\text{வி}}{10}$.

விகாரத்திற்குப்பின் மிகுதி நின்ற ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை $= 19{\cdot}5$ க.ச.மீ. $\frac{\text{வி}}{10}$.

$\therefore$ 20 க.ச.மீ. அமோனிய-உப்புடன் விகாரித்த ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை $= 40 - 19{\cdot}5 = 20{\cdot}5$ க.ச.மீ. $\frac{\text{வி}}{10}$.

$\therefore$ அமோனிய-உப்பின் பலம்

$$= \frac{20{\cdot}5}{20}\ \frac{\text{வி}}{10} = 1{\cdot}025\ \frac{\text{வி}}{10}.$$

ஒரு லீட்டர் விலயனத்திலுள்ள அமோனிய-கந்தகி கஜம் $= 6{\cdot}607 \times 1{\cdot}025 = 6{\cdot}772$ கி.

(6) 20 க.ச.மீ. பேரிய-ஹரிதகை விலயனத்துடன் 40 க.ச.மீ. $1{\cdot}01\ \frac{\text{வி}}{10}$ ஸோடிய-இங்காலிகஜ விலயனத்தைச் சேர்த்துக் கொதிக்கவிட்டு, அவபதித்த பேரிய-இங்காலி கஜத்தை வடிகட்டிக் கழுவி, வடிதிரவத்தை முறைப்படி சோதிக்க, அங்கு மிகுதிநின்ற ஸோடிய-இங்காலிகஜம் 20 க.ச.மீ. $0{\cdot}99\ \frac{\text{வி}}{10}$ அமிலத்தால் காரமழிக்கப்பெற்ற தென்றால், கொடுத்த விலயனத்தின் ஒவ்வொரு க.ச.மீ. யிலுமுள்ள பேரியத்தின் அளவைக் கணக்கிடு.



$$BaCl_2 + Na_2CO_3 = BaCO_3 \downarrow + 2NaCl$$

$\therefore$ பேரிய-ஹரிதகையின் சமான-எடை $= \frac{\text{அணுபாரம்}}{2}$.

ஓரணு பேரிய-ஹரிதகையில் ஒரு பரமாணு பேரிய மிருப்பதால், ஒரு சமான எடை ஸோடிய-இங்காலிகஜம்

$$= \frac{\text{பேரியத்தின் பரமாணு பாரம்}}{2} = \frac{137{\cdot}37}{2} = 68{\cdot}69 \text{ பேரியம்.}$$

முதலிலெடுத்துக்கொண்ட ஸோடிய-இங்காலிகஜம் $= 40 \times 1{\cdot}01 = 40{\cdot}4$ க.ச.மீ. $\frac{\text{வி}}{10}$.

விகார முடிவில் அதிகம் நின்ற ஸோடிய-இங்காலி கஜம் $= 20 \times \cdot 99 = 19 \cdot 8$ க.ச.மீ. $\frac{வி}{10}$.

$\therefore$ 20 க.ச.மீ. பேரிய-உப்புடன் விகாரித்த ஸோடிய-இங்காலிக்ஜம் $= 40 \cdot 4 - 19 \cdot 8 = 20 \cdot 6$ க.ச.மீ. $\frac{வி}{10}$.

$\therefore$ பேரிய-உப்பின் பலம் $= \frac{20 \cdot 6}{20} \frac{வி}{10} = 1 \cdot 03 \frac{வி}{10}$.

ஒரு லீட்டர் விதி விலயனத்திலிருக்கக்கூடிய பேரியம் $= 68 \cdot 69$ கி.

ஒரு லீட்டர் $1 \cdot 03 \frac{வி}{10}$ விலயனத்திலிருக்கக்கூடிய பேரியம் $= 6 \cdot 869 \times 1 \cdot 03$ கி.

ஒரு க.ச.மீ. $1 \cdot 03 \frac{வி}{10}$ விலயனத்திலிருக்கும் பேரியம் $= \frac{6 \cdot 869 \times 1 \cdot 03}{1000} = 0 \cdot 007075$ கி.

அத்தியாயம் 22



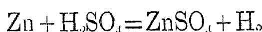
உப்புக்களும் அவைகளின் சமான-எடைகளும்
(Salts and their Equivalent Weights)

அமிலமும் க்ஷாரமும் விகாரிக்க, க்ஷாரத்திலுள்ள உலோகமூலம் அமிலத்திலுள்ள அலோகமூலத்துடன் சேர்ந்து உப்பையும், அமிலத்திலுள்ள அப்ஜனகம் க்ஷாரத்திலுள்ள அப்ஜ-பிராணே-மூலத்துடன் சேர்ந்து தண்ணீரையுங் கொடுக்கின்றன என்று முன்பே குறித்தோம். இதிலிருந்து 'உப்பு' என்பதற்குப் பின்வருமாறு இலக்கணங் கூறலாம். "ஓர் அமிலத்திலுள்ள விலக்கத்தக்க அப்ஜனக பரமாணுக்களே, முற்றிலுமோ அல்லது ஒரு பகுதியையோ, ஓர் உலோகத்தாலாவது அல்லது உலோகத்தைப்போல் நடிக்கும் பல தனிப் பொருள்கள் சேர்ந்த தொகுதியாகிய மூலத்தாலாவது விலக்கும்பொழுது விளையும் பொருளே உப்பாம்." உப்புக்கள் உண்டாவதின் காரணங்களைப் பெர்ஸீலியஸ் எவ்விதம் அனுமானித்தாரென்றும் (பக்கம் 468—471), தற்கால பரமாணு அமைப்புக்கு ஏற்றவாறு மின் பரமாணு ஸ்தான பேதமோ அல்லது பொதுவாய் அமருவதோ சேர்க்கைப் பொருளுண்டாவதற்குக் காரணமென்றும் (பக்கம் 481—483) 20-வது அத்தியாயத்திற் கூறியுள்ளோம். தண்ணீரில் உப்புக் கரைய, உலோகமூலம் தன மின்னணுவாகவும், அமில (அலோக) மூலம் ருண மின்னணுவாகவும் திட்டமான அளவிற் பிரிகின்றன என்றும், "மின்னணு—சங்கல்பம்" என்ற அத்தியாயத்தில் விவரித்தோம். இம் மின்னணு-நியாயம், தண்ணீரிற் கரைந்து மின்னணுக்களாகப் பிரிந்து மின்சாரத்தைச் செல்லவிடும் பொருள்களுக்கே பொருந்தியது.

உப்புக்களைத் தயாரிக்கப் பலமுறைகளுள. அவற்றைச் சுருக்கமாகக் குறிப்போம்.

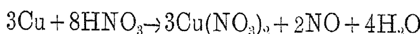
(1) நேர் ஸம்யோகம்:—ஓர் உலோகம் ஓர் அலோகத்துடன் நேராகச் சேர்ந்து உப்பைத் தரலாம் (உ-ம்) ஸோடியம் ஹரிதக வாயுவில் எரிந்து, ஸோடிய ஹரிதகையாக மாறும் (பக்கம் 408). இரும்புப்பொடியையும் கந்தகத்தையுங் கலந்து அக்கலவையைச் சூடுசெய்ய அயசு-கந்தகை உண்டாகும் (பக்கம் 86). சூடான அலுமீனியத்தின்மேல் ஹரிதகத்தைச் செலுத்த அலுமீனிய-ஹரிதகை உண்டாகும் (பக்கம் 441).

(2) அமிலங்களுடன் உலோகங்களை விகாரிக்கச் செய்து உப்புக்களைத் தயாரிக்கலாம். நீரிட்ட கந்தகிகாமிலத்துடன் நாகத்துண்டுகளை விகாரிக்கச்செய்ய, நாகம் கரைந்து நாக-கந்தகிகஜமாக ($Zn\ SO_4$) மாறும்; அப்ஜனக வாயு வெளிவரும்



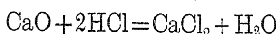
$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$$

நாகம் வேண்டிய அளவுக்கு மேலிருக்குமாயின் அவ்வதிகப்படியாயிருக்கும் நாகம் கரையாமல் தங்கிவிடும். அதை வடிகட்டிவிட்டு வடிநீரை முறைப்படி வற்றவைக்க நாக-கந்தகிகஜ ஸ்படிகங்கள் தோன்றும். நீரிட்ட பாக்கியகாமிலத்தில் தாமிரம் கரையும். அவ்விலயனத்திலிருந்து தாமிர-பாக்கியமிகஜத்தைத் (Copper nitrate) தயாரிக்கலாம்.



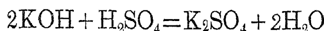
$$3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$$

(3) காரமழித்தல் முறையாலும் உப்புக்களைத் தயாரிக்கலாம். ஓர் அமிலத்துடன் ஓர் உலோக-பிராணை அல்லது அப்ஜ-பிராணை அல்லது இங்காலிகஜம் விகாரிக்கும்பொழுது உப்புண்டாகும். சுட்ட சுண்ணாம்பு அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்திற் கரைந்து கால்ஸிய-ஹரிதகையாக மாறும்.



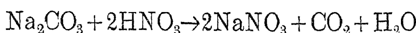
$$CaO + 2HCl = CaCl_2 + H_2O$$

பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணை கந்தகிகாமிலத்துடன் விகாரிக்கப் பொட்டாஸிய-கந்தகிகஜம் உண்டாகும்.



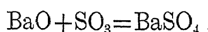
$$2KOH + H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2H_2O$$

ஸோடா உப்பு பாக்கிய காமிலத்துடன் விகாரிக்க, இங்கால-துவி-பிராணையுண்டாகி வெளியேறும். ஸோடிய பாக்கியமிகஜம் விலயனத்திற் கரைந்துநிற்கும். முறைப்படி விலயனத்தை வற்றவைத்து அவ்வுப்பைத் தயாரிக்கலாம்.



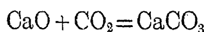
$$Na_2CO_3 + 2HNO_3 \rightarrow 2NaNO_3 + CO_2 + H_2O$$

(4) ஓர் உலோகப்பிராணை ஓர் அலோகப் பிராணையுடன் ஸம்யோகித்து உப்பைக் கொடுக்கும். பேரிய-பிராணை கந்தக-த்ரி-பிராணையுடன் வெகு வீரியத்துடன் ஸம்யோகித்துப் பேரிய-கந்தகிகஜத்தைத் தரும்.



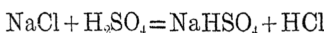
$$BaO + SO_3 = BaSO_4$$

சுட்ட சுண்ணும்பு இங்கால-துவி-பிராணையுடன் ஒன்று கூடி கால்ஸிய-இங்காலிகஜமாக மாறும்.

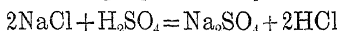


$$CaO + CO_2 = CaCO_3$$

(5) ஓர் உப்பை ஓர் அமிலத்துடன் சேர்த்துச் சூடு செய்து அவ்வமிலத்திற்குரிய உப்பாக மாற்றலாம். சாதாரண உப்பைச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் விகாரிக்கச் செய்ய, சந்தர்ப்பத்திற்கேற்றவாறு இருவகை உப்பு உண்டாகும்.



$$NaCl + H_2SO_4 = NaHSO_4 + HCl$$

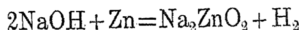


$$2NaCl + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2HCl$$

இங்கே எளிதில் ஆவியாய்ப் பரிணமிக்கக்கூடிய அப்ஜனக-ஹரிதகை HCl வெளியேறுகிறது.

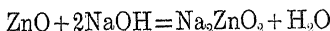
(6) சில உலோகங்கள் க்ஷாரவிலயனங்களிற் கரைந்து அப்ஜனகத்தை விலக்கி உப்பாக மாறும். நாகம் ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்திற் கரைய அப்ஜனகம்

வெளியேறும். ஸோடிய-நாகிகஜம் (Sodium Zincate) விலயனத்திற் கரைந்துநிற்கும்.



$$2NaOH + Zn = Na_2ZnO_2 + H_2$$

இன்னும் நாக-பிராணையும் நாக-அப்ஜ-பிராணையும் ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்திற் கரைந்த மேற் கண்ட உப்பைக்கொடுக்கும்.



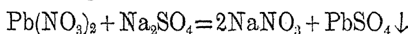
$$ZnO + 2NaOH = Na_2ZnO_2 + H_2O$$



$$Zn(OH_2) + 2NaOH = Na_2ZnO_2 + 2H_2O$$

ஸோடிய-நாகிகஜம் இரு க்ஷாரங்கள் சேர்ந்து விகாரிக்கும்பொழுது விளைகிற உப்பு என்பதைக் கவனிக்கவும். இது ஒரு சிறப்பான விகாரம். இவ்வித உப்புக்கள் தண்ணீரிற் கரைய அதிக அளவில் நீர்வியோகமடையும்.

(7) கரையாத உப்புக்களை அவபாதன முறையால் தயாரிக்கலாம். ஸீஸ-பாக்கியமிகஜ விலயனத்துடன் ஸோடிய-கந்தகிகஜ விலயனத்தைச் சேர்க்க ஸீஸ-கந்தகிகஜம் அவபதிக்கும்.



$$Pb(NO_3)_2 + Na_2SO_4 = 2NaNO_3 + PbSO_4 \downarrow$$

இவ்வித விகாரங்களைப் பலதடவை முன்பே கண்டோம். இன்னும் பலதடவை பின்னுற் காண்போம். அவபதித்த பொருளை வடிகட்டிச் சுத்தமான தண்ணீர் விட்டுக் கழுவி உலர்த்தி உரிய உப்பைத் தயாரிக்கலாம்.

(ஹரிதகைகளைத் தயாரிக்கும் முறைகளையுங் கவனிக்கவும்.)

உப்புக்களைத் தயாரித்தபிறகு அவைகளை எவ்விதம் வகுப்பு வகுப்பாகப் பிரிக்கலாமென்ற கேள்வி ஏற்படுகிறது. இதைப்பற்றியும் ஒருவாறு ஹரிதகைப் பிரிவினையின் கீழும், அமிலம், க்ஷாரம் இவைகளைப் படித்தபொழுதும் கண்டோம். பொதுவாக, உப்புக்கள் ஐவகைப்படும். அவையாவன :

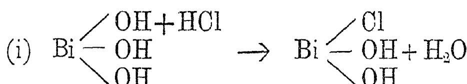
(1) யதார்த்த அல்லது நடுநிலை உப்புக்கள் (Normal Salts):—இவைகளில் விலக்கக்கூடிய அப்ஜனகமாவது அப்ஜ-பிராணை மூலமாவது இருக்காது.

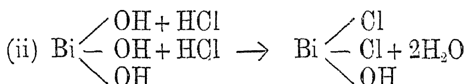

(உ-ம்) $NaCl, K_2SO_4$

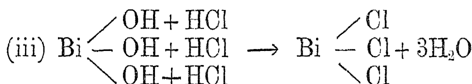
(2) அமில-உப்புக்கள் (Acid Salts):— இவைகளில் விலக்கப்படும் அப்ஜனகமமைந்திருக்கும்.


(உ-ம்) $NaHSO_4$, NaH_2PO_4

(3) க்ஷார-உப்புக்கள் (Basic salts):—இவைகளில் விகாரிக்கும் அப்ஜ-பிராணை மூலங்களிருக்கும். ஓரணு பிஸ்மத-அப்ஜ-பிராணை [$Bi(OH)_3$] மூன்று அணு அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் படிப்படியாய் விகாரித்து, மூன்று உப்புக்களைக் கொடுக்கலாம்.


(i) $Bi(OH)_3 + HCl \rightarrow Bi(OH)_2Cl + H_2O$


(ii) $Bi(OH)_3 + 2HCl \rightarrow Bi(OH)Cl_2 + 2H_2O$

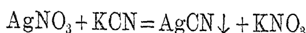

(iii) $Bi(OH)_3 + 3HCl \rightarrow BiCl_3 + 3H_2O$

மூன்றாவது உப்பு நடுநிலை உப்பு. ஒன்றாவது இரண்டாவது உப்புக்கள் க்ஷார உப்புக்கள். $Bi(OH)_2Cl$ போல் அமைப்புள்ள க்ஷார உப்புக்கள் ஓர் அணுத் தண்ணீரை எளிதில் இழந்து $BiOCl$ என்ற உப்பாக மாறும். $BiOCl$-ஐ ஒரு க்ஷார உப்பென்றே கருதுகிறோம். அதே விதமாக $MgOMgCl_2$, $ZnOZnCl_2$, என்ற பொருள்களையும் க்ஷார உப்புக்களென்றே சொல்லுவோம்.

(4) இரட்டை உப்புக்கள் அல்லது அமிலஜத்வயங்கள் (Double Salts):— அமிலஜத்வயங்களுக்கு, துவி-ஹரிதகைகளும், படிக்கார இனங்கள் யாவும் உதா

ரணமென்று முன்பே குறித்தோம். $KClMgCl_26H_2O$, $(NH_4)_2SO_4Fe_2(SO_4)_324H_2O$, இவ்வமிலஜத்வயங்கள், திடஸ்திதியில்தான், சங்கேதங்கள் காட்டும் நிலையில் இருக்கும். தண்ணீரிற் கரைத்தவுடன், அவைகள் தனித்தனியே பிரிந்து, பின்பு ஒவ்வொரு உப்பும் மின்னணுப் பிரிவினையை அடையும்.

(5) சேர்க்கை உப்பு அல்லது அமிலஜச் சேர்க்கை (Complex Salts):—இவைகள் அமிலஜத்வயங்களிலிருந்து வேறுபட்டவை. இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்துடன் பொட்டாஸிய-காலகையைச் (Potassium Cyanide) சேர்க்க, முதலில் இரஜத-காலகை (Silver Cyanide AgCN) அவபதித்து, பிறகு அது, அதிக பொட்டாஸிய-காலகையுடன் சேர்ந்து, ஒரு அமிலஜச் சேர்க்கையாகித் தண்ணீரிற் கரைந்துவிடும்.



$$AgNO_3 + KCN = AgCN\downarrow + KNO_3$$



$$AgCN + KCN = [KCNAgCN] = KAg(CN)_2$$

சங்கேதத்தைப் பார்த்தால், இது ஒரு அமிலஜத்வயம் போற் காணப்படுகிறது. இது தண்ணீரிற் கரைந்து "இரஜத", "பொட்டாஸிய", "காலக", மின்னணுக்களாகப் பிரியுமென்று தோன்றுகிறது. உண்மையில் இவ்விலயனத்தை மின்சாரித்துச் சோதிக்க, இரஜதம் ருண மின்னணுவைச் சேர்ந்ததாக வெளிப்படுகிறது. இரஜதச் சேர்க்கை மேற்கோடியை நோக்கிச் செல்லுகிறது. ஒருவித புது அமிலஜமுண்டாயிருக்கிறதென்றும், இவ்வமிலஜத்தின் இருபாகங்கள் $K^{\cdot}, Ag(CN)_2'$ என்றும் சோதனைகளின் விளைவு வெளிப்படுத்துகிறது.

18°சல் உப்புக்களின் சமான எடைகள் விகிதப்படி. ஒரு லீட்டர் விலயனத்தில் அவற்றில் ஒவ்வொன்றுங்

கரைக்கப்பட, விலயனங்களில் அவ்வுப்புக்கள் மின்னணுக்களாகப் பிரியும் அளவுகளைக் கீழே காண்க.

பொட்டாஸிய-ஹரிதகை	KCl	0·76
அமோனிய-ஹரிதகை	NH_4Cl	0·75
பொட்டாஸிய-பாக்கியமிகஜம்	KNO_3	0 65
இரஜத-பாக்கியமிகஜம்	$AgNO_3$	0·59
ஸோடிய-சாராயிகஜம்	CH_3COONa	0·53
பொட்டாஸிய-கந்தகை	K_2S	0·54
பொட்டாஸிய-இங்காலிகஜம்	K_2CO_3	0·53
பேரிய-பாக்கியமிகஜம்	$Ba(NO_3)_2$	0·38
மாக்னீஸிய-கந்தகிகஜம்	$MgSO_4$	0·26
தாமிர-கந்தகிகஜம்	$CuSO_4$	0·23

உப்புக்கள், பலமற்ற அமிலங்களிலிருந்தோ பலமற்ற க்ஷாரங்களிலிருந்தோ உண்டாகியிருந்தும், விலயனங்களில் அதிக அளவிலே மின்னணுக்களாகப் பிரிகின்றன என்ற விஷயத்தை மேலேயுள்ள தொகைகள் நன்றாய்க் காட்டுகின்றன.

உப்புக்களின் சமான எடைகள் :—உப்புக்களின் சமான எடைகள் என்ன? இக்கேள்விக்கு விடை உடனே எளிதிற் சுருக்கமாய் அளிக்கமுடியாது. ஏனென்றால், ஓர் உப்பு எக்காரியத்திற்கு உபயோகிக்கப்படுகிறது என்று தெரிந்தால்தான் அதனுடைய சமான எடையைக் கூறலாகும். மேலும் அச்சமான எடை அக்காரியத்திற்குரியதாகவே இருக்கும். விசேஷ விகாரங்களில் தலையிட்டுக் கொள்ளுவதற்கிணங்கி, ஓர் உப்புக்கு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சமான எடைகளும் இருக்கலாம். முக்கியமாக உப்புக்கள் (1) வர்த்தனிகளாகவும், (2) க்ஷயகாரிகளாகவும், (3) அவபதிதத்தை ஏற்படுத்தும் பொருள்களாகவும் உபயோகப்படுகின்றன. (4) அவைகள் வேறு இன்னுஞ் சில ரஸாயன விகாரங்களிலும் கலந்துகொள்ளும்.

(1) வர்த்தனிகள் (Oxidising Agents)

இவைகளின் குணங்கள் நமக்கு ஏற்கனவே தெரியும். பிராணீகரண விகாரத்திற்கு 8 கிராம் பிராணவாயுவைத் தரும் உப்பின் நிறையே அதன் கிராம் சமான எடையாம். 8 கிராம் பிராணவாயுவுக்குச் சமானமான வேறு எப்பொருளைக் கொடுக்கக்கூடிய உப்பின் நிறையும் அதன் சமான எடையைக் காட்டும்.[1]

பொட்டாஸிய-பர-மாங்கனிகஜம் ஒரு வீரிய வர்த்தனி. அது அமிலத்துடன் சேர்ந்து விகாரிக்கும்பொழுது, இரண்டு அணு உப்பு ஐந்து பரமாணுப் பிராணவாயுவைப் பிராணீகரணவேலைக்குரியதாக வெளியிடும். $2\ KMnO_4 + 3\ H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2\ MnSO_4 + 3\ H_2O + 5\ (O)$. இச் சமீகரணம் 316·1 கி. உப்பு 80 கிராம் பிராணவாயுவைக் கொடுக்குமென்று விளக்குகிறது. ஆகையால் அதன் சமான எடை $= \frac{316 \cdot 1 \times 8}{80} = 31 \cdot 61$.

ஆனால் அது க்ஷாரத்துடன் சேர்ந்து ஒரு க்ஷயகாரியுடன் விகாரிக்கும்பொழுது, மாங்கனஜ-துவி-பிராணை அவபதிக்க 2 அணு அமிலஜத்திலிருந்து மூன்று பிராணவாயுப் பரமாணுக்களே பிராணீகரண விகாரத்திற்குரியதாயிருக்கின்றன. $[2KMnO_4 + H_2O = 2MnO_2 + 2KOH + 3(O)]$

ஆகையால் க்ஷாரவிலயனங்களில் அதன் சமான எடை $\frac{316 \cdot 1}{3 \times 2} = 52 \cdot 68$. ஆகையால் விகார மண்டலத்தின் தன்மையை ஒத்தே சமான எடை இருக்கிறது. நாம் பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜத்தை அநேகமாய் அமிலத்துடன் சேர்த்தே உபயோகிப்பதால், அதன் சமான எடை 31·61

[1] The gram equivalent weight of an oxidizing agent is that weight of the substance which gives 8 gms. of oxygen for oxidation purposes.

என்றே எடுத்துக்கொள்வோம். ஒரு லீட்டர் விலயனத்தில் 31·61 கி. பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜம் கரைந்திருக்க அதுவே விதி விலயனமாம்.

பொட்டாஸிய-துவி-கிரோமிகஜமும் ஒரு நல்ல வர்த்தனியே. $K_2Cr_2O_7 + 4\ H_2SO_4 = K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 4\ H_2O + 3\ (O)$. ஓர் அணு உப்பு, 3 பரமாணு பிராணவாயுவைக் ($3 \times 16 = 48$ கிராம் $= 6$ சமான எடை பிராணவாயு) கொடுப்பதால் அதன் சமான எடை

$$= \frac{294 \cdot 2}{6} = 49 \cdot 03.$$

(2) க்ஷயகாரிகள் :

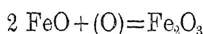
கொடுப்பவரிருந்தால் வாங்குபவருமிருக்க வேண்டுமல்லவா? கொடுத்தபிறகு, கொடுப்போரின் மொத்தப் பொருளில் குறைவே ஏற்படும். வாங்குபவர்கள் அதே அளவில் லாபத்தை அடைவார்கள். ஆகையால் ஒரு பொருள் வர்த்தனியாக விகாரிக்க, அது ஒரு க்ஷயகாரியுடன் சேர்ந்தே தீரவேண்டும். விகாரத்தின் முடிவில் வர்த்தனி குறைக்கப்பட்ட நிலையிலும் க்ஷயகாரி விருத்தி செய்யப்பட்ட நிலையிலும், தோன்றும். வர்த்தனி க்ஷயகாரியை விருத்திசெய்யும். க்ஷயகாரி வர்த்தனியைக் குறைக்கும். ஆகையால் இவ்விகாரத்தில் பரஸ்பர விசேஷ குண அழித்தலைப் பார்க்கிறோம்.

“ஒரு சமான எடை நிறையுள்ள வர்த்தனியுடன் விகாரித்து, விருத்தி செய்யப்படும் க்ஷயகாரியின் நிறையே அதன் சமான எடையாம். அதாவது ஒரு சமான எடை வர்த்தனி, எந்நிறை க்ஷயகாரியை விருத்தியடையச் செய்யுமோ அந்நிறையே க்ஷயகாரியின் சமான எடையாம்.”[1] ஆகையால், ஒரு சமான எடை வர்த்தனி, ஒரு சமான எடை

[1] The equivalent weight of a reducing agent is that weight of the substance which would be oxidized by one

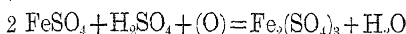
க்ஷயகாரியுடனே விகாரிக்கும். ஆகையால் விதி-க்ஷயகாரி விலயனம் என்னவென்றால், ஒரு லீட்டர் விலயனத்தில் ஒரு சமான எடை க்ஷயகாரி கரைந்துநிற்கும். அச-அமிலஜங்களெல்லாம் க்ஷயகாரிகளென்று முன்னமேயே கற்றோம். அயச-கந்தகிகஜத்தை எடுத்துக்கொண்டு அதன் சமான எடையைக் காண்போம்.

அதைக் கணக்கிடுவதற்கு முன்னால், அயச-பிராணை, அயிக-பிராணையாவதைப்பற்றிக் கவனிப்போம்.



$$2\ FeO + (O) = Fe_2O_3$$

இரண்டு அணு அயச-பிராணை ஒரு பரமாணு (இரண்டு சமான எடை) பிராணவாயுவுடன் ஸம்யோகித்து, அயிக-பிராணையாகிறது. ஆகையால், ஒரு கிராம் சமான-எடை பிராணவாயு, ஒரு கிராம்-அணுபார அயச-பிராணையை அயிக-பிராணையாக்கும். ஆகையால் அயச-பிராணையின் கிராம்-சமான எடை அதன் கிராம்-அணு-பாரமேயாகும். அதேவிதமாக,



$$2\ FeSO_4 + H_2SO_4 + (O) = Fe_2(SO_4)_3 + H_2O$$

இரண்டு அணு அயச-கந்தகிகஜத்தை, அயிக-கந்தகிகஜமாக்க, இரண்டு சமான எடை பிராணவாயு தேவையாயிருப்பதால், அயச-கந்தகிகஜத்தின் சமான எடை அதன் அணுபாரத்திற்குச் சமமாம்.

சாதாரணமாய்ப் பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜ விலயனத்தின் பலத்தை அளவிட, அயச-கந்தகிகஜம் உபயோகிக்கப்படுகிறது. ஆனால் நீரற்ற அமிலஜத்தைத் தயாரித்துப் பத்திரப்படுத்துவது அசாத்தியமான காரியமே. அது, நீர் அயச-கந்தகிகஜமாகவே $FeSO_4 7H_2O$ தயாரிக்கப்படுகிறது. இந்த நீர்-அமிலஜ அணுவிலும் ஓர் $FeSO_4$ அணு இருப்பதால், இந்த நீர்ப்பொருளின் சமான எடையும் அதன் அணுபாரத்திற்குச் சமமாகும். இந்த நீர்ப்பொருள்கூட நிலையுள்ளதாயில்லாமற் காற்றிலுள்ள பிராண வாயுவால் வெகு எளிதில் விருத்திசெய்யப்படுகிறது.

ஆனல் அயச-கந்தகிகஜமும் அமோனிய-கந்தகிகஜமுஞ் சேர்ந்து ஓர் அமிலஜத்வயத்தைக் கொடுக்கின்றன. அதன் சங்கேதம் $FeSO_4(NH_4)_2SO_4 6H_2O$. இப்பொருளை மிகச் சுத்தமான தன்மையில் தயாரிக்கலாம். அது விலயனத்தில் அமிலம் சம்பந்தப்பட்டிருக்குங்கால், காற்றிலுள்ள பிராணவாயுவாற் பீடிக்கப்படாதென்றே சொல்லலாம். ஆகையால், இவ்வமிலஜத்தை நாம் "பிராணீகரண-க்ஷயீகரண" முறையில் அநேகமாய் முதற்பொருளாயெடுத்துக் கொள்ளுகிறோம். இவ்வமிலஜத்வயத்தின் அணுவிலும் ஒரு $FeSO_4$ அணுவே இருப்பதாலும் அதுவே க்ஷயகாரியாக விகாரிப்பதாலும் இவ்வமிலஜத்வயத்தின் சமான எடை அதன் அணுபாரத்திற்கு சமமாயிருக்கும். இந்த அயச-அமோனிய-கந்தகிகஜத்தை "மோர் அமிலஜம்" (Mohr's Salt) என்றுஞ் சொல்வதுண்டு. அதன் சமான எடை = அதன் அணுபாரம் = 392·3.

இன்னுமொரு உதாரணத்தை எடுத்துக்கொள்ளுவோம். கந்தசாமிலத்தின் ஓர் அணு, ஒரு பிராணவாயுப் பரமாணுவுடன் சேர்ந்து கந்தகிகாமிலமாகிறது.



$$H_2SO_3 + (O) = H_2SO_4$$

ஆகையால் கந்தசாமிலத்தின் சமான எடை

$$= \frac{H_2SO_3}{2} = \frac{82{\cdot}08}{2} = 41{\cdot}04.$$

41·04 கி. கந்தசாமிலம் 31·61 கி. பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜத்தாலாவது, 49·03 கி. பொட்டாஸிய-துவி-கிரோமிகஜத்தாலாவது கந்தகிகாமிலமாக விருத்திசெய்யப்படும்.

(கந்தசாமிலம் விலயனத்திலேயே நிலையுள்ளதாயிருக்கும். மேலும் சூடுசெய்விக்கப்பட, அவ்விலயனம் விபாகித்துவிடும். கந்தக-துவி-பிராணை வெளியேறும் $H_2SO_3 \rightarrow SO_2 + H_2O$).

ஒரே பலமுள்ள வர்த்தனி விலயனமும், க்ஷயகாரி-விலயனமும் ஒரே பருமனளவிலேயே விகாரிக்கும். இதன் பயனாகத் தெரிந்த திட்ட பலமுள்ள வர்த்தனி விலயனங் கொண்டு, விலயனத்திலுள்ள க்ஷயகாரியின் அளவையும், தெரிந்த திட்ட பலமுள்ள க்ஷயகாரி விலயனங்கொண்டு, விலயனத்திலுள்ள வர்த்தனியினளவையுங் கணக்கிடலாம். மேலும், சமான எடை தெரிந்த இவ்வமிலஜங்களைக் கொண்டு, மற்ற வர்த்தனி, க்ஷயகாரி இவைகளின் சமான எடைகளைக் கணக்கிடலாம்.

தசாம்ச விதி பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜ விலயனத்தைத் தயாரித்தல் :—

சுத்தமான ஸ்திதியில் இவ்வுப்புக் கிடைக்கும். ஆனால் இதைத் தண்ணீரிற் கரைத்து, விலயனத்தைச் சிலநாள் வைத்திருந்தால், விலயனத்திலுள்ள க்ஷயகாரிகளை (ரஸாயனப் பொருள்கள், நுண்ணிய கிருமிகள்) இவ்வுப்பு நாசஞ் செய்யும். இதனால் அதன் பலம் சிறிது குறைவுபடலாம். நாம் எப்பொழுதும் $\frac{\text{வி}}{10}$ விலயனத்தையே உபயோகிக்கிறோம். இதைத் தயார்செய்ய, சுமார் 3·16 கி. அளவு மேற்படி உப்பைப் பெரும்படியாய் நிறுத்து ஒரு கண்ணாடிப்போகணியிற் போடவும். அமிலஜ-ஸ்படிகங்களை மாவாகப் பொடி செய்யக்கூடாது. கல்வத்திலிட்டுப் பொடி செய்தால் விகாரமேற்படலாம். சுமார் 50 க.ச.மீ. சுத்தத் தண்ணீரை வார்த்துக் கலக்கி விலயனத்தை அளவு கூஜாவில் இறுக்கவும். போகணியில் தங்கியிருக்கும் உப்பை இம்மாதிரி பலமுறை சுத்தநீர் கொண்டு கரைத்து இறுக்கவும். முதலிலேயே அதிகத் தண்ணீர் விட்டு உப்பைக் கரைக்கக்கூடாது. உப்பு பூராவாகக் கரைந்தபின் விலயனம் கூஜாவில் ஊற்றப்பட்டவுடன், போகணியில் விலயனம் ஒட்டிநிற்காதவரையில் கழுவி அக்கழுவு தண்ணீரைக் கூஜாவில் விடவும். விலயனம் ஒரு லீட்டர் பரும

னளவிற்கு வரும்வரை, சுத்தத்தண்ணீர் விட்டுப் பெருக்கவும். கூஜாவை நன்றாய்க் குலுக்கி, விலயனத்தை ஒரு சிவப்பு சீசாவில் மாற்றி, கண்ணாடி அடைப்பான்கொண்டு மூடிவைத்துக்கொள்ளவும். ஒருநாள் சென்றபிறகு இதன் பலத்தை அளவிடவும். இதன் பலத்தை இரண்டு முறைகளில் திட்டப்படுத்தலாம். சோதிக்கும்பொழுது விகார-முடிவு-நிலை அடைந்ததைக்காண ஒரு ஸூசகியை உபயோகிக்கவேண்டுமா? வேண்டியதில்லை. பரமாங்கனிகஜ விலயனம் ஊதாநிறம் பொருந்தியது. ஒரு சோதனைக் குழாயில் சுமார் 2 க.ச.மீ. அயச-கந்தகிகஜ விலயனத்தை எடுத்து, அதைக் கந்தகிகாமிலத்தால் அமிலி (acidify). பரமாங்கனிகஜ விலயனத்தைச் சொட்டுச் சொட்டாகச் சேர். முதற் சொட்டு விழுந்தவுடன், குழாயிலுள்ள திரவஞ் சிறிது சிவந்து, சில வினாடிகளுக்கெல்லாம் நிறம் மறையும். அடுத்த சொட்டைச் சேர்த்தபிறகு, நிறம் முன்னிலுமதிசீக்கிரத்தில் மறையும். பின்பு சொட்டு விழுந்தவுடனேயே நிறம் மறையும். வேறொரு சோதனைக் குழாயில், அயச-கந்தகிகஜ விலயனத்தையும், சிறிதளவு மாங்கனச-கந்தகிகஜ (manganous sulphate) விலயனத்தையும் எடுத்து, விலயன மிச்ரத்தை அமிலித்து, பிறகு பரமாங்கனிகஜ விலயனத்தை முன்போல் சேர். அங்கு ஊதா நிறம் உடனே மாறி, நிறமற்ற விலயனம் நிற்கும். ஏன்? இங்கு மாங்கனச-கந்தகிகஜம் ஒரு ஸ்பர்ச கர்த்தாவாக வேலை செய்கிறது. ஆகையால் முதற் சோதனையில், நிறம் சிறிது நேரஞ்சென்றே மறைந்தது. விலயனத்தில் மாங்கனச-உப்பு உண்டாக உண்டாக நிறஞ் சட்டென்று மறைய ஆரம்பித்தது. நிறமற்ற விலயனம் ஒரு சந்தர்ப்பத்தில் ஒரு சொட்டுப் பரமாங்கனிகஜ விலயனம் விழுந்தவுடன், அழகிய இளஞ் சிவப்பாய் மாறி நிற்கும். இந்நிலையே விகாரத்தின் முடிவைக் காட்டுகிறது. பரமாங்கனிகஜ விலயனமே ஒரு ஸூசகியாகவும் விளங்குகிறது.

பரமாங்கனிகஜ விலயனத்தை எப்பொழுதும் கண்ணுடித் திருகு அடைப்பான் கொண்ட பூரட்டிலேதான் உபயோகிக்கவேண்டும்.

குறிப்பு :—அயச விலயனத்துடன் அமிலம் வேண்டிய அளவிற் சேர்க்கப்படாதிருந்தால், பரமாங்கனிகஜ விலயனம் விழுந்தவுடன், பழுப்பு நிறமான மாங்கனஜ-அப்ஜ-பிராணை அவபதிக்கும். இது நிகழவேகூடாது. நிகழ்ந்தால், சோதனையில் பெரும்பிழையேற்படும். இந்த விலயனத்தைக் கொட்டிவிட்டு, சோதனையைத் திருப்பிச் செவ்வனம் செய்யவும். அமிலத்தைப் போதுமான அளவிலே சேர்க்க மறந்துவிடக்கூடாது.

1-வது முறை :— பரமாங்கனிகஜ - விலயனத்தைப் பூரட்டிலெடுத்துக்கொள். பிறகு ஸோடா-உப்பு-விதிவிலயனந் தயாரித்த முறைப்படி, 250 க.ச.மீ. (சுமாரான) $\frac{வி}{10}$ அயச-அமோனிய-கந்தகிகஜ விலயனத்தைத் தயாரித்து, கந்தகிகஜத்தின் நிறையிலிருந்து விலயனத்தின் பலத்தைக் கணக்கிடு. இந்த விலயனத்தில் 20 க.ச.மீ.-யை பிப்பெட்கொண்டளந்து, சுமார் 150 க.ச.மீ. அளவுள்ள குவிந்த கூஜாவில் எடுத்துக்கொள். சுமார் 20 க.ச.மீ. மேஜையிலிருக்கும் கந்தகிகாமில விலயனத்தைச் சேர்த்து அமிலி. கூஜாவிற்குள் பரமாங்கனிகஜ விலயனத்தைப் பூரட்டிலிருந்து முறைப்படி சேர்த்து முடிவு நிலையைக் கண்டுபிடி. கூஜாவிலுள்ள நிறமற்ற விலயனம் (விகாரத்தின் முடிவில்) ஒரு சொட்டுப் பரமாங்கனிகஜ விலயனஞ் சேர்ந்தவுடன் சிவப்பாக மாறிநிற்கும். பூரட்டிலிருந்து விழுந்த விலயனத்தின் அளவைக் கணக்கிட்டுப் பின்வருமாறு பரமாங்கனிகஜ விலயனத்தின் பலத்தைக் காண்.

250 க.ச.மீ. விலயனத்திலுள்ள அயச-அமோனிய-கந்தகிகஜம் = 10·05 கி.

20 க.ச.மீ. அளவுள்ள மேற்படி விலயனத்துடன் விகாரித்த பரமாங்கனிகஜ விலயனம் (3 சோதனைகளின் சராசரி)=20·15 க.ச.மீ.

ஒரு லீட்டர் $\frac{\text{வி}}{10}$ விலயனத்தில் 39·21 கி. அயச-அமோனிய-கந்தகிகஜம் கரைந்திருக்கவேண்டும்.

250 க.ச.மீ. $\frac{\text{வி}}{10}$ விலயனத்திற் கரைந்திருக்கவேண்டிய உப்பு $= \frac{39 \cdot 21}{4} = 9 \cdot 803$ கி.

∴ தயாரித்த க்ஷயகாரி-விலயனத்தின் பலம்

$$= \frac{10 \cdot 05}{9 \cdot 803} = 1 \cdot 025 \ \frac{\text{வி}}{10}.$$

பரமாங்கனிகஜ விலயனத்தின் பலம்

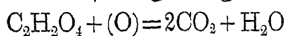
$$= \frac{20 \times 1 \cdot 025}{20 \cdot 15} = \mathbf{1 \cdot 017} \, \frac{\text{வி}}{10}.$$

2-வது முறை :—ஆக்ஸாலிகாமிலத்தை (Oxalic acid) உபயோகித்துப் பரமாங்கனிகஜ விலயனத்தின் பலத்தை நிர்ணயிக்கலாம். இவ்வமிலத்தின் சங்கேதம்



இதினின்று ஓரணு நீர்பிரிய, ஓரணு இங்கால-துவி-பிராணையும் ஓரணு இங்கால-ஏக-பிராணையுமுண்டாகும். எனவே இதை $CO_2 + H_2O + CO$ ஆக வைத்துக்கொள்வோம். இவ்விதமே அது மாறுமென்பதை இங்கால-ஏக-பிராணை தயாரிப்பதைப்பற்றிப் பின்னுற் படிக்கும்பொழுது காண்போம். இங்கால-ஏக-பிராணை ஓர் அஸம்பூரண-சேர்க்கைப் பொருளென்றும், அது ஸம்பூரண நிலையை அடைய முயலுமென்றும் நாம் முன்பே குறித்தோம். ஆகையால், ஓர் அணு ஆக்ஸாலிகாமிலம் ஒரு பிராணவாயு-பரமாணு

டன் சேர்ந்து, இரண்டு இங்கால-துவி-பிராணையாகவும் ஓர் அணு தண்ணீராகவும் விருத்தி ஆக்கப்படும்.



$$C_2H_2O_4 + (O) = 2CO_2 + H_2O$$

ஆகையால் அதன் சமான-எடை அணுபாரத்திற் பாதிதானிருக்கவேண்டும். சோதனைச்சாலையிலுபயோகிக்கும் அமிலம் ஒரு நீர்ப்பொருள். அதன் சங்கேதம் $C_2H_2O_4 2H_2O$. அதன் சமான எடை $= \frac{126{\cdot}05}{2} = 63{\cdot}03$. ஆகையால், சுமார் 1·5 கி. அமிலத்தை எடுத்துத் துல்யமாய் நிறுத்து 250 க.ச.மீ. விலயனத்திற் கரை. இதில் 20 க.ச.மீ. விலயனத்தைக் குவிந்த கூஜாவிலெடுத்து, முன் போல் அதைக் கந்தகிகாமிலங்கொண்டு அமிலி. விலயனத்தைச் சுமார் 60°ச உஷ்ண நிலைக்குச் சூடுசெய்து, பிறகு பரமாங்கனிகஜ விலயனத்தைப் பூரட்டிலிருந்து முறைப்படி விழச்செய். முன்போல் முடிவு நிலையைக் கண்டு கணக்கிடு. இம்முறையில் சூடாயிருக்கும் ஆக்ஸாலிகாமில விலயனத்தையே உபயோகிக்கவேண்டும். விகாரம் அப்பொழுதுதான் சரிவரச் சீக்கிரமாய் நடக்கும்.

(இங்கும், முதலில் பரமாங்கனிகஜ விலயனம் சேர்க்கப்பட்டவுடன் ஊதாநிறம் உடனே மறைந்துவிடாது. சிறிதுநேரஞ் சென்றபிறகுதான் மறையும். ஆனால் போகப் போக, ஊதா நிறம் சீக்கிரமாக மறையும்.)

250 க.ச.மீ. விலயனத்திலுள்ள ஆக்ஸாலிகாமிலத்தின் நிறை $= 1{\cdot}620$ கி. விலயனத்தின் பலம் $= \frac{1{\cdot}620}{6{\cdot}303 \div 4} = \frac{1{\cdot}620}{1{\cdot}576}$ $= 1{\cdot}028 \; \frac{\text{வி}}{10}$. 20 க.ச.மீ. ஆக்ஸாலிகாமில விலயனத்துடன் முடிவு நிலையை அடைய விகாரித்த பரமாங்கனிகஜ விலயனத்தினளவு $= 20{\cdot}22$ க.ச.மீ. (சராசரி).

பரமாங்கனிகஜ விலயனத்தின் பலம் $= \frac{20}{20{\cdot}22} \times 1{\cdot}028$

$= 1{\cdot}0168 = \mathbf{1{\cdot}017} \; \frac{\text{வி}}{10}$.

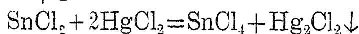
இரண்டு முறைகளிலும் பரமாங்கனிகஜத்தின் பலம் ஒரே அளவிலிருக்கிறது என்பதைக் கவனிக்கவும்.

சில சந்தர்ப்பங்களில், அயச, அயிக, உப்புக்களை அளவிடுஞ் சோதனைகளில் ஒரு ஸூசகியை உபயோகிக்க வேண்டிவரும். அயச விலயன பலத்தைப் பொட்டாஸிய-துவி-கிரோமிகஜ விலயனங்கொண்டு அளவிடும்பொழுது பொட்டாஸிய-அயிக-காலகையை ஒரு வெளி ஸூசகியாக (External Indicator) உபயோகிக்கிறோம். அயச, அயிக உப்புக்களைப் பகுத்தறிய, பொட்டாஸிய-அயிக-காலகை ஒரு நல்ல ஸூசகியாயிருக்கிறதென்று (254-வது பக்கத்தில்) கண்டோம். அயச உப்பு விலயனத்தில், துவிகிரோமிகஜ விலயனஞ் சேர, விலயனத்தின் நிறம் பச்சையாக மாறும். ஆகையால் விலயனத்திற்குள் ஸூசகியை உபயோகப்படுத்தமுடியாது. ஒரு சிறிய பொட்டாஸிய-அயிக-காலகை ஸ்படிகத் துண்டைச் சுத்தத்தண்ணீர்கொண்டு கழுவிப் பின்பு அதைத் தண்ணீரிற் கரைத்து, கண்ணாடிக் கோல்கொண்டு, சலவைக்கல் தகட்டின்மேற் பல துளிகளைச் சொட்டவிடு. அயச-விலயனத்துடன் துவி-கிரோமிகஜ விலயனத்தைச் சிறிது சிறிதளவாகச் சேர்த்து, விலயனத்தைக் குலுக்கி, அதிலிருந்து மிகச் சிறிதளவு விலயனத்தைக் கண்ணாடிக்குச்சியாலெடுத்து ஸூசகிச் சொட்டுடன் சேர். விலயனத்தில் அயச உப்பு இருக்கும்வரையில் ஸூசகியின் நிறம் நீலமாக மாறும். அயசநிலை முழுவதும் அழிந்தவுடன் சோதனைசெய்ய, ஸூசகியின் நிறம் நீலமாகாமல், சிவந்த பழுப்பு நிறமாக மாறும். ஒரு சொட்டு, நீலநிறத்தையும், அதற்கடுத்த சொட்டு, பழுப்பு நிறத்தையுங் கொடுத்தால், முடிவுநிலையடையப்பட்டதென்று தீர்மானிக்கலாம். இம்முறையில் அடிக்கடி விகார விலயனச் சொட்டுகள் எடுக்கப்படுவதால், சோதனைகளைப் பலமுறைகள் செய்தபின்பே கணக்கிடவேண்டும். அதிக கவனமும் பொறுமையுந் தேவை. இம்முறைகளால் அயச விலயனங்களை மாத்திரமே சோதித்து அளவிடலாமென்று நினைக்க

வேண்டாம். அயிக விலயனத்தைத் தெரிந்த பருமனளவு எடுத்து, அதை அயச நிலைக்குக் குறைத்துப் பிறகு அயச விலயனத்தின் பலத்தை அளவிட்டு, அதிலிருந்து அயிகப்பொருளின் அளவைக் கணக்கிடலாம். அயசநிலைக்குக் கொண்டுவர, கீழ்க்காட்டிய பிரதிகாரகங்களை உபயோகிக்கலாம். (1) நாகத்தூளும் கந்தகிகாமிலமும், அதாவது, ஜனித-அப்ஜனகம். (2) அப்ஜனக-கந்தகை அல்லது கந்தக-துவி-பிராணை (H_2S or SO_2). இவ்விரண்டு முறைகளும் பொதுவானவை. அயிக-உப்பு முற்றிலும் அயச நிலைக்கு வந்துவிட்டதா என்று பின்வருமாறு சோதிக்கவும். அயிக-உப்பு விலயனம் சிறிது நிறமுடையதாயிருக்கும். அயச-உப்பு விலயனம் அநேகமாய் நிறமற்றதென்றே சொல்லிவிடலாம். ஆகையால் விகார விலயனம் நிறமற்றதாக ஆனவுடன், அதில் மிகச்சிறிதளவை ஒரு கண்ணாடிக் கோலால் எடுத்து, கடிகாரக்கண்ணாடியிலுள்ள பொட்டாஸிய-கந்தகோ-காலகிகஜ விலயனத்துடன் சேர். சிவப்பு நிறந் தோன்றுவிட்டால், விகாரம் முடிவுபெற்றது என்றுகொள். (3) வங்கச-ஹரிதகை ($SnCl_2$). இது துவி-கிரோமிகஜ-சோதனைக்குத்தான் உரியது. பரமாங்கனிகஜ சோதனையில் உபயோகிக்கக்கூடாது. அயிக-விலயனத்தை அயச-நிலைக்குக் குறைக்க வங்கச-ஹரிதகை மிகவும் மேலானது. விகாரமும் சீக்கிரமாக நடைபெறும். ஆகையால் அதைப்பற்றி இங்கு சிறிது கூறுவோம். தெரிந்த அளவில் அயிக-விலயனத்தை ஒரு கண்ணாடிப் போகணியில் எடுத்து அதனுடன் சுமார் 5 க.ச.மீ. சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தைச் சேர். விலயனம் மஞ்சளாக மாறும். இவ்விலயனத்தைச் சூடுசெய்து, அது கொதிக்கத்தொடங்கியவுடன், வங்கச-ஹரிதகை விலயனத்தைக் கவனமாகச் சொட்டுச் சொட்டாகச் சேர். மஞ்சள்நிறம் மாறி, விலயனம் நிறமற்றதாக ஆனவுடன் வங்கச-ஹரிதகையைச் சேர்ப்பதை நிறுத்திவிடு. விலயனத்தைக் குழாயினடியிற் குளிரவிட்

டுப் பின்பு விலயனத்துடன் சுமார் 10 அல்லது 20 க.ச.மீ. இரசிக-ஹரிதகை விலயனத்தைச் சேர். எல்லாம் ஒழுங்கே இருப்பின், விலயனத்திற்குள் அழகான பட்டுநூற்போன்ற இரச-ஹரிதகை யுண்டாகிச் சுற்றும். வங்கச-ஹரிதகை அதிக அளவிற் சேர்க்கப்பட்டிருந்தால் விலயனங் கறுக்கும்; போதுமான அளவு சேர்க்கப்படாவிடின், விலயனத்தில் இரச-ஹரிதகை தோன்ருது. இம்மாதிரி விகாரம் நிகழ்ந்தால், அது சரியல்ல. சோதனையைத் திருப்பி ஒழுங்கே செய்யவும்.

அயிக-உப்பை அயச நிலைக்குக் கொண்டுவர வங்கச-ஹரிதகை உபயோகிக்கப்படுகிறது. அளவிடும்பொழுது அயச-உப்புத்தான் விலயனத்திலிருக்கவேண்டும். வேருெரு க்ஷயகாரியுமிருத்தலாகாது. இருந்தால் பிழை நேரிடும். (இதேவிதமாக, அயச-நிலைக்குக் குறைத்தபிறகு விலயனத்தில் அப்ஜனக-கந்தகையாவது, கந்தக-துவி-பிராணையாவது, நாகத்துணுக்குகளாவது இருக்கக்கூடாது. அவை பிரிந்தபின்பே, விலயனத்திலுள்ள அயச-உப்பை வர்த்தனி விலயனங்கொண்டு அளவிடவேண்டும்.) ஆகையால்தான் விலயனத்திற் சிறிதளவு அதிகமாயிருக்கும் வங்கச-ஹரிதகையை விலக்க, இரசிக-ஹரிதகை விலயனஞ் சேர்க்கப்படுகிறது.



$$SnCl_2 + 2HgCl_2 = SnCl_4 + Hg_2Cl_2 \downarrow$$

இரச-ஹரிதகையும் வங்கிக-ஹரிதகையும் பொட்டாஸிய-துவி-கிரோமிகஜ விலயனத்துடன் விகாரிக்காவென்றே வைத்துக்கொள்ளலாம்.

மேற்கண்டபடி அயிக-விலயனத்தை அயச நிலைக்குக் கொண்டுவந்தவுடன், விகார விலயனத்துடன் திட்ட-பொட்டாஸிய-துவி-கிரோமிகஜ விலயனத்தைச் சேர்த்து, முடிவுநிலையைப் பொட்டாஸிய-அயிக-காலகையை வெளிஸூசிகியாகக் கொண்டு கண்டுபிடிக்கவும். இதினின்று அயிக உப்பின் அளவை எங்ஙனங் கணக்கிடுவது என்பதைக் கீழேகண்ட உதாரணத்தினின்று அறிக.

உதாரணம்:—20 க.ச.மீ. கொடுத்த அமோனிய அயிக-படிக்கார விலயனத்தை முறைப்படி வங்கச-ஹரி தகைகொண்டு க்ஷயீகரித்து, அங்குண்டாகிய அயச-விலயனத்துடன் 22 க.ச.மீ. 0·998 $\frac{\text{வி}}{10}$ துவி-கிரோமிகஜம் விகாரித்து, அயச-உப்பை அயிக-உப்பாக மாற்றியதென்றால் கொடுத்த ஒரு லீட்டர் விலயனத்திலுள்ள படிக்காரத்தின் அளவைக் கணக்கிடு. அமோனிய-அயிக-படிக்காரம் $=(NH_4)_2SO_4Fe_2(SO_4)_3 24H_2O$.

ஓரணு அயிக-கந்தகிகஜம் அயச-நிலைக்குக் குறைவுபட இரண்டு அணு அயச-கந்தகிகஜமுண்டாகும். ஆகையால் இம்முறையில் ஒரு லீட்டர் வி. துவி-கிரோமிகஜ விலயனம் ஒரு கிராம் அணு அயிக-உப்பின் பாதிக்குச் சமமாகும். அயிக-படிக்காரத்தின் அணுபாரம் $=964·4$. ஆகையால் இம்முறையில் அதன் சமான எடை

$$=\frac{964·4}{2}=482·2.$$

20 க.ச.மீ. அயிக-விலயனம் $=22$ க.ச.மீ. ·998 $\frac{\text{வி}}{10}$ துவி-கிரோமிகஜ விலயனம்.

∴ அயிக-விலயனத்தின் பலம்

$$=\frac{22\times ·998}{20}=1·098\ \frac{\text{வி}}{10}$$

1 லீட்டர் $\frac{\text{வி}}{10}$ விலயனத்தில் 48·22 கி. அயிக-படிக்காரம் இருக்கும்.

∴ 1 லீட்டர் 1·098 $\frac{\text{வி}}{10}$ விலயனத்திலுள்ள அயிக-படிக்காரம் $=48·22\times 1·098=52·94$ கி.

ஒரு விலயனத்தில் அயச-உப்பும் அயிக-உப்பும் கரைந்திருந்தால், விலயனத்தில் தெரிந்த பருமனளவுள்ள பாகத்தையெடுத்து, அதிலுள்ள அயச-உப்பை முறைப்படி திட்ட பரமாங்கனிகஜ-விலயனங் கொண்டாவது,

துவி-கிரோமிகஜ-விலயனங் கொண்டாவது முதலில் அள விடவும். பின்பு, முன்பெடுத்த பருமனளவில் கொடுத்த விலயனத்தையெடுத்து, அதிலுள்ள அயிக-உப்பை உரிய பிரதிகாரகங்கொண்டு முறைப்படி அயச நிலைக்குக் குறைத்து, விலயனத்திலுள்ள மொத்த அயச-உப்பைத் திட்டவர்த்தனி விலயனங்கொண்டு அளவிடவும். இவ்விரு சோதனைகளிற் கண்ட வர்த்தனி விலயன அளவுகளின் வித்தியாசம் சோதனைக்கு எடுத்துக்கொண்டு விலயனத்தி லுள்ள அயிக-உப்பைக் குறிப்பதாகும். ஓருதாரணத்தைக் கொண்டு மேற்படி முறையைத் தெளிவுபடுத்துவோம்.

கொடுத்த அயச-அயிக விலயனத்திலிருந்து 20 க.ச.மீ. விலயனத்தைப் பிப்பெட்கொண்டு ஒரு போக ணியிலெடுத்து, கந்தகிகாமிலத்தால் அமிலித்து $1{\cdot}027\frac{\text{வி}}{10}$ பரமாங்கனிகஜ விலயனத்தை முறைப்படி சேர்த்துப் பார்க்க, 18·0 க.ச.மீ. விலயனந் தேவையாயிருந்தது. கொடுத்த அயச-அயிக-விலயனத்திலிருந்து 20 க.ச.மீ.யை யெடுத்து அமிலித்து, அதனுடன் சுத்தமான நாகத்தூளைப் போட்டு சுமார் அரைமணி நேரங்கழித்து முறைப்படி விலயனத்தைச் சோதிக்க அதில் அயிக உப்பு சிறிதுமில்லை யென்று தெரியவந்தது. விலயனத்தை வடிகட்டி, வடி தாளைச் சுத்த நீர்கொண்டு கழுவி, எல்லா வடி திரவத்தை யும் ஒரு போகணியில் ஏந்தி, மேற்கண்ட திட்ட பரமாங் கனிகஜ விலயனத்தால் சோதிக்க, 25·1 க.ச.மீ. விலயனந் தேவையாயிருந்தது. இதினின்று கொடுக்கப்பட்ட விலயனத்தின் ஒவ்வொரு லீட்டரிலும் கரைந்து நிற்கும் அமோனிய-அயச - கந்தகிகஜத்தையும் (நீர்ப்பொருளாக) அமோனிய-அயிக-படிக்காரத்தையுங் கணக்கிடு.

விலயனத்தின் அயச-உப்புக்குரிய பலம்

$$=\frac{18}{20}\times 1{\cdot}027=0{\cdot}9243\ \frac{\text{வி}}{10}$$

அயிக-உப்பை அபச-உப்பாக்கியபிறகு விலயனத்தின் பலம் $= \frac{25 \cdot 1 \times 1 \cdot 027}{20} = 1 \cdot 289$ $\frac{\text{வீ}}{10}$.

விலயனத்தின் அயிக-உப்புக்குரிய பலம்

$= 1 \cdot 289 - \cdot 9243 = 0 \cdot 3647$ $\frac{\text{வீ}}{10}$

ஒரு லீட்டரிலுள்ள அமோனிய-அபச-கந்தகிகஜம்
$= \cdot 9243 \times 39 \cdot 21 = 36 \cdot 24$ கி.

ஒரு லீட்டரிலுள்ள அமோனிய-அயிக-படிக்காரம்
$= \cdot 3647 \times 48 \cdot 22 = 17 \cdot 59$ கி.

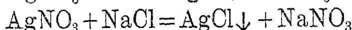
(மேற்கண்ட சோதனையைத் திட்ட துவிகிரோமிகஜ விலயனங்கொண்டுஞ் செய்யலாம்.)

வர்த்தனி, க்ஷயகாரி, இப்பொருள்களைப்பற்றிப் பின்னுற் படிக்கும்பொழுது ஆங்காங்கு அவையவைகளின் சமான எடைகள் முதலியவற்றைக் குறிப்போம்.

(3) அவபதிக்கும் உப்புக்கள் :—

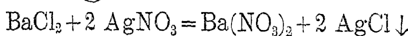


$$AgNO_3 + HCl = AgCl\downarrow + HNO_3$$



$$AgNO_3 + NaCl = AgCl\downarrow + NaNO_3$$

ஓர் அணுபார இரஜத-பாக்கியமிகஜம் ஒரு (அணு பார) சமான எடை அப்ஜனக-ஹரிதகையுடன் விகாரிப்பதால், இரஜத-பாக்கியமிகஜத்தின் சமான எடை = அதன் அணுபாரம் = $169 \cdot 9$. ஸோடிய ஹரிதகையின் சமான எடை = அதன் அணுபாரம் = $58 \cdot 46$. பேரிய-ஹரிதகையை எடுத்துக்கொள்ளுவோம்.



$$BaCl_2 + 2\ AgNO_3 = Ba(NO_3)_2 + 2\ AgCl\downarrow$$

பேரிய-ஹரிதகையின் சமான எடை $= \frac{\text{அணுபாரம்}}{2}$.

பேரிய ஹரிதகை ஒரு நீர் அமிலஜம். அதன் சங்கேதம் $BaCl_2 2H_2O$. அதன் சமான எடை $= \frac{137 \cdot 37 + 70 \cdot 92 + 36 \cdot 03}{2}$ $= 122 \cdot 16$. இதேவிதமாகவிவகரிக்க, அலுமீனிய ஹரிதகையின் சமான எடை $= \frac{27 \cdot 1 + 3 \times 35 \cdot 46}{3} = 44 \cdot 49$.

ஹாலிதகை விலயனத்தோடு இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்தைச் சேர்த்துச் சோதித்து, அளவிடும் முறைகளிற் பொட்டாஸிய-கிரோமிகஜத்தை ஸூசகியாக உபயோகிக்கலாம். (விலயனம் நடுநிலைமை பொருந்தியதாயிருக்கவேண்டும்—in neutral medium).

ஒரு சோதனைக் குழாயில் ஸோடிய-ஹாலிதகை விலயனத்தை எடுத்து, கிரோமிகஜ விலயனத்தைச் சிறிதளவு சேர்க்க நிறம் மஞ்சளாக இருக்கும். இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்தைச் சொட்டுச் சொட்டாகச் சேர். முதலில், கரும் பழுப்புநிறமான அவபதிதம் உண்டாகும். குழாயைக் குலுக்க, அந்நிறம் மறைந்து மஞ்சள் நிறமே நிற்கும். ஒரு நிலைவந்தவுடன், பழுப்புநிறம் மாறாமல் நிற்கும். இந்நிலையில், ஸோடிய-ஹாலிதகை சிறிதளவேனும் விலயனத்திலிருக்காது. இரஜத-கிரோமிகஜத்தின் நிறம் கரும்-பழுப்பு. இரஜதத்துடன் சேர, ஹாலிதகமும், கிரோமிகஜமூலமும் போட்டிபோடுகின்றன. ஆனால், ஹாலிதகமே அதிக பலமுள்ளது. ஹாலிதகம் முழுவதும் இரஜதத்துடன் சேர்ந்து, இரஜத-ஹாலிதகையாய் அவபதித்த பிறகே, இரஜதத்துடன் கிரோமிகஜம் சேர்ந்து, பழுப்பு அவபதிதமுண்டாகிறது. பருமான விபாகங்களில், இரஜத விலயனங்களும், ஹாலிதகை விலயனங்களும் உபயோகப்படும்பொழுது, இந்த ஸூசகியை உபயோகிக்கலாம். விலயனங்களிலுள்ள இரஜதத்தையோ, ஹாலிதக இனங்களையோ, ஹாலிதகை போன்ற உப்புக்களின் சமான எடைகளையோ இம்முறையால் அளவிடலாம். இரஜத விலயனத்தை எப்பொழுதும் பூரட்டிலேயே எடுத்துக்கொள்வது வழக்கம்.

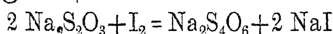
விலயனம் அமிலகுணம் பொருந்தியிருக்குமேயாகில், இரஜத-விலயனத்துடன் அமோனிய - கந்தகோ - காலகிகஜத்தை (Ammonium-Thiocyanate) உபயோகிப்போம்.



$$AgNO_3 + NH_4CNS = AgCNS + NH_4NO_3$$

அமோனிய-கந்தகோ-காலகிகஜத்தின் சமான எடை = அதன் அணு-பாரம் = 80·03. இச்சோதனையில் அயிக-படிக்காரத்தை (Ferric Alum) ஸூசிகியாக உபயோகிப்போம். இம்முறையில் அமோனிய - கந்தகோ - காலகிகஜ விலயனத்தையே பூரட்டில் எடுத்துக்கொள்ளவேண்டும். சுத்தமான அயிக படிக்காரத்தைத் தண்ணீரிற் கரைத்து, இவ்விலயனத்தை இரஜத விலயனத்துடன் சேர்த்துக் கொள்ளவேண்டும். கந்தகோ-காலகிகஜம் அயிக மூலத்துடன் சேர, இரக்தச் சிவப்பான நிறமாக மாறும். ஆனால் இரஜதம் விலயனத்திலிருந்து முழுவதும், இரஜத-கந்தகோ-காலகிகஜமாக அவபதிக்கப்பட்ட பிறகுதான், அயிக மூலத்துடன் சேர்ந்து ஸ்திரமாகச் சிவப்பாய் மாறுகிற்கும்.

(4) பாடலக நிர்ணயம் (Iodimetry):—பாடலக விலயனத்தாற்[1] பல பொருள்களைச் சோதித்தளவிடலாம். பாடலகத்தின் சமான எடை என்ன? ஓர் அப்ஜனக பரமாணுவுடன் ஒரு பாடலக பரமாணுவே ஐக்கியமாவதால் அதன் சமான எடை அதன் பரமாணு பாரத்துக்குச் சமமாகும். பாடலகத்தின் சமான எடை = 126·9. பாடலகத்துடன் எளிதில் விகாரிப்பது ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜம். (Sodium thiosulphate. இது புகைப்படக்காரர் உபயோகிக்கும் 'ஹைபோ' என்றுசொல்லப்படும் உப்பு).



$$2\,Na_2S_2O_3 + I_2 = Na_2S_4O_6 + 2\,NaI$$

இரண்டு அணு ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜம் 2 பரமாணு அல்லது 2 சமான எடை பாடலகத்துடன் விகாரிப்பதால் ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜத்தின் சமான எடை = அதன் அணுபாரம். இவ்வுப்பு நீர்ப்பொருளாகவே கிடைக்கிறது. அதன் சங்கேதம் $Na_2S_2O_3 5H_2O$. அதன் சமான எடை = 248·2. தசாம்ச விதி விலயனத்தில் 24·82 கிராம் ஸோடிய-கந்தகோ கந்தகிகஜம் ஒரு லீட்டர் விலயனத்திற் கரைந்திருக்கும்.

[1] பாடலகம் ஒரு வர்த்தனி.

பாடலகம் தண்ணீரில் வெகு சிறிதளவே கரையும். ஆனால், பொட்டாஸிய-பாடலகை கரைந்த விலயனத்தில் பாடலகம் எளிதிற் கரையும். சுமார் 40 கிராம் பொட்டாஸிய-பாடலகையை 50 அல்லது 60 க.ச.மீ. தண்ணீரிற் கரைத்து, இவ்விலயனத்திற் சுமார் 13 கிராம் பாடலகத்தைப் (பெரும்படியாக நிறுத்து) போட்டுக் கலக்க, எளிதிற் கரைந்துவிடும். தண்ணீரைக் கொஞ்சங்கொஞ்சமாய்ச் சேர்த்து, விலயனத்தை ஒரு லீட்டர் பருமனளவுக்குப் பெருக்கவும். இதன் பலத்தை, பலந்தெரிந்த ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜ விலயனத்தால் அளவிடவும்.

கந்தகோ-கந்தகிகஜ விலயனம் எப்பொழுதும் பூரட்டில் எடுத்துக்கொள்ளப்படவேண்டும். பாடலக விலயனத்தைக் குவிந்த கூஜாவிலெடுத்து, பூரட்டிலிருந்து கந்தகோ-கந்தகிகஜ விலயனம் அதற்குள் விழும்படி செய்யவேண்டும். பாடலக-விலயனத்தின் நிறம் சிவந்த-பழுப்பு. பூரட்டிலிருந்து விலயனம் விழ விழ, நிறம் குறைந்துகொண்டே வரும். விலயனத்தின் நிறம் கண் பார்வையாற் காணமுடியும்வரையிற் பூரட்டிலிருந்து விலயனத்தை விழவிட்டுப் பிறகு, பசைமா விலயனத்தை (Starch Solution) சிறிதளவு சேர். விலயனம் குப்பென்று கரு நீலநிறமாக மாறும். பூரட்டிலிருந்து விலயனத்தைச் சொட்டவிட்டுக் கூஜாவை ஆட்டிக்கொண்டேவா. எந்தச் சொட்டு விழுந்தவுடன், நீலநிறம் மறைந்து நிறமற்ற விலயனம் உண்டாகிறதோ, அத்தருணத்தில் பூரட்டடைப்பானை மூடிவிடு. விகாரத்தின் முடிவுநிலை அடையப்பட்டது. விலயனத்தின் பலம், எடுத்துக்கொண்ட பருமன், பூரட்டிலிருந்து விழுந்த விலயனத்தின் பருமன் இவைகளின் உதவிகொண்டு முன்காட்டியபடி கணக்கிடவும்.

சாதாரணமாகப் பாடலகம் மிகச் சுத்தமான நிலையிற் கிடைப்பதில்லை. மேலும் அது ஆவியாய் மாறக்கூடிய பொருள். ஆகையால் அதைத் துல்யமாய் நிறுத்து ஓரள

விற் கரைத்து அவ்விலயனத்தின் பலத்தைக் கணக்கிடுவதில்லை. இன்னும் ஸோடிய கந்தகோ-கந்தகிகஜமும் மிகச் சுத்தமான நிலையிலிருப்பதில்லை. ஆகையால் இவ்விரண்டு விலயனங்களையும் சுமார் தசாம்ச விதி அளவிலிருக்கும்படி தயாரிப்போம். திட்ட பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜ விலயனங்கொண்டு கீழே குறிப்பிட்டிருக்கும்வண்ணம் கந்தகோ-கந்தகிகஜ விலயனத்தின் பலத்தை முதலில் அளவிடுவோம். பின்பு அத்திட்டப்படுத்திய கந்தகோ-கந்தகிகஜ விலயனங்கொண்டு பாடலக விலயனத்தின் பலத்தை அளவிடுவோம்.

கந்தகோ-கந்தகிகஜ விலயனத்தைத் திட்டப்படுத்துதல்
(Standardization of Thiosulphate Solution)

சுமார் 25 கி. ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜ ஸ்படிகங்களை ஒரு லீட்டர் விலயனத்திற் கரைந்திருக்கச்செய்து அவ்விலயனத்தை மறுநாள் திட்டப்படுத்தவும். தண்ணீரிற் கரைந்துநிற்கும் இங்கால-துவி-பிராணை முதலிய அமிலசத்துக்கள் மேற்கண்ட உப்புடன் விகாரிக்குமாதலால், விலயனஞ் செய்த மறுநாளே அதைத் திட்டப்படுத்தவேண்டும். அவ்விலயனத்தைப் பூரட்டிலெடுத்துக் கொள்ளவும்.

சுமார் 2 கி. நிறையுள்ள சுத்தமான பொட்டாஸிய-பாடலகையைச் சுமார் 20 க.ச.மீ. தண்ணீரிற் கரைத்து விலயனத்தைச் சுத்தமான நீரிட்ட அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தால் அமிலி. அங்கு அப்ஜ-பாடலகிகாமிலம் உண்டாகும். $KI + HCl \rightarrow KCl + HI$. அவ்விலயனத்துடன் 20 க.ச.மீ. திட்டப்படுத்திய பொட்டாஸிய-பர-மாங்கனிகஜத்தைச் சேர்.[1] உடனே விலயனம் சிவந்த பழுப்பு நிறமாக

[1] பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜத்திற்குப் பதிலாக, திட்ட துவி-க்ரோமிகஜ விலயனத்தையுமுபயோகிக்கலாம்.

மாறும். அப்ஜ-பாடலகிகாமிலம் பிராணீகரிக்கப்பட, பாடலகம் வெளிப்படுவதே இந்நிற மாறுபாட்டுக்குக் காரணம் $2HI + (O) \rightarrow H_2O + I_2$. ஒரு சமான எடை பரமாங்கனிகஜம் ஒரு சமான எடை பாடலகத்தை மேற்கண்டபடி விலக்கும். ஆதலால் விகார-மிச்ரத்தை, பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜ விலயனத்தின் பலத்திற்குச் சமானமான 20 க.ச.மீ. பாடலக விலயனமென்று கொள்ளலாம். ஆகையால் அவ்விலயனங்கொண்டு முன்பு விவரித்த விதத்தில் கந்தகோ-கந்தகிகஜ விலயனத்தின் பலத்தை அளவிடலாம்.

பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜ விலயனத்தின் பலம் $= 1{\cdot}027\ \frac{\text{வி}}{10}$. 20 க.ச.மீ. பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜ விலயனத்தால் விலக்கப்பட்ட பாடலகத்துடன் முற்றிலும் விகாரிக்க 20·4 க.ச.மீ. (மூன்று அளவுகளின் சராசரி) கந்தகோகந்தகிகஜ விலயனந் தேவையாயிருந்ததென்று வைத்துக்கொள்வோம்.

20·4 க.ச.மீ. கந்தகோ-கந்தகிகஜ விலயனம்

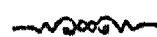
$$= 20 \times 1{\cdot}027\ \frac{\text{வி}}{10} \text{ பாடலக விலயனம்.}$$

∴ கந்தகோ-கந்தகிகஜ விலயனத்தின் பலம்

$$= \frac{20 \times 1{\cdot}027}{20{\cdot}4} = 1{\cdot}007\ \frac{\text{வி}}{10}.$$

இவ்விதந் திட்டப்படுத்திய விலயனங்கொண்டு, தயாரித்த பாடலக-விலயனத்தின் பலத்தை அளவிடலாம். இம்முறையில், தாமிர உப்புக்களையும், பாஷாணசஜங்களையும், அப்ஜனக-கந்தகையையும், சலவைச் சூரணத்தையும், ஹரிதக, இரக்தக விலயனங்களையும் அளவிடலாம். இம்முறைகளைப்பற்றி ஆங்காங்குப் பின்னர் குறிப்பிடுவோம்.

அத்தியாயம் 23



லவணஜனகங்கள் (தொடர்ச்சி)

இரக்தகம் (Bromine)

சின்னம் Br. பரமாணுபாரம் 79·92.

சரித்திரம்:—இதன் சரித்திரம் சாதாரணமானதே. முதன்முதலில் 1820-ம் ஆண்டில் இரக்தகம் ஜெர்மனியிலுள்ள ஓர் உப்புத் தொழிற்சாலையில் தயாரிக்கப்பட்டது. அது, லீபிக் என்ற ஒரு பெரிய ரஸாயன பண்டிதரிடம் சோதனைக்கு அனுப்பப்பட்டது. அதை அவர் பாடலக-ஹரிதகை (Iodine Chloride) என்று நினைத்துக் கவனமாகச் சோதனை செய்யாமல் விட்டுவிட்டார். இதைக் கண்டுபிடித்த பெருமை பாலார்ட் (Ballard) என்பவருக்கே உரியது. அவர் 1826-ம் வருஷத்தில் சமுத்திர ஜலத்திலிருந்து உணவு உப்பைப் (Sodium Chloride) பிரித்த பிறகு மீதியிருந்த தாய்-திரவத்தைச் (mother liquor) சோதித்துக்கொண்டிருந்தார். இத்திரவத்தில் ஹரிதகத் தண்ணீரைச் சேர்க்க, அழுத்தமான மஞ்சள் நிறந்தோன்றியது. தோன்றிய பொருளை ஈதர்கொண்டு பிரித்தெடுத்து, ஈதர் விலயனத்தில் ஸோடா-க்ஷாரத்தைச் சேர்க்க நிறம் மறைந்தது. அவ்விலயனத்தை வற்றக்காய்ச்ச, ஸோடிய-ஹரிதகை போன்ற அமிலஜ-ஸ்படிகங்கள் மீதிநின்றன. இவைகளை மாங்கனஜ-து்வி-பிராணையுடனும் கந்தகிகாமிலத்துடனுஞ் சேர்த்துச் சூடுசெய்ய, சிவப்புப் புகை கிளம்பியது. இச்சிவப்பு வாயுவைக் குளிரச்செய்ய, அது கருஞ்சிவப்பு நிறமுள்ள திரவமாக மாறியது. பாலார்டும் அதைப் பாடலகை-ஹரிதகையென்றே முதலில் நினைத்தார். ஆனால் அதில் பாடலகத்தைக் காணமுடியவில்லை. எனவே அது ஒரு தனிப் பொருளாய்த்தானிருக்கவேண்டுமென்று தீர்

மானித்தார். அதன் மணம் வெகு காரமாகவிருப்பதுபற்றி அதற்கு 'ப்ரோமின்' (Bromos=நாற்றம்) என்று பெயரிட்டார். அதைப் "பூதியம்" என்று அக்காரணம்பற்றி அழைக்கலாம். ஆனால் ஹரிதக இனங்களைச் சேர்ந்த மற்ற இரண்டு பொருள்களும் அவைகளின் நிறங்களை யொட்டிப் பெயரிடப்பட்டிருப்பதுபோல் இதுவும் இதன் நிறத்தை யொட்டி "இரக்தகம்" என்று பெயரிடப்பட்டிருக்கிறது.

சம்பவம் :—அது வீரியகுணமுள்ளதாகையால் தனிமையாக இயற்கையிற் கிடைப்பதில்லை. உலோகங்களுடன் சேர்ந்து இரக்தகைகளாக அகப்படுகிறது. உ-ம். ஸோடிய-இரக்தகை, பொட்டாஸிய-இரக்தகை, மாக்னீஸிய-இரக்தகை முதலியன. இரக்தகைகளின் கரைமானம் அதிகமாயிருப்பதால், ஸோடிய-ஹரிதகையைப் பிரித்தெடுத்தபிறகு மீதியிருக்கும் தாய் திரவத்தில் இவ்வுப்புக்கள் கரைந்து நிற்கின்றன. சமுத்திர ஜலத்திலும், ஸ்டாஸ்போர்ட் உப்புச் சுரங்கங்களிலும், கனிஜ ஊற்றுத் தண்ணீரிலும், சமுத்திரத்திலிருக்கும் மீன்களிடத்தில் வெகு அற்ப அளவிலும், தாவர வர்க்கத்திலும் அது அமைந்திருக்கிறது. ஆதிகாலத்தில், அரசர்களின் உடைகளைச் சாயமிட ஒருவிதச் சிப்பி மீனிலிருந்து "டிரியன் ஊதா" (Tyrian purple) என்ற சாயத்தை இறக்கினார்கள். அக்காலத்தில் ஒரு பவுண்ட் எடை சாயம் சுமார் 1000 பவுன் விலையுள்ளதாகவிருந்தது. அச்சாயத்தின் சங்கலனத்தைச் சோதித்ததில், அது, நீலிச் சாயப்பொருளின் (Indigo) ஓர் அணு, இரண்டு இரக்தக பரமாணுக்களுடன் சேர்ந்துண்டான பொருளென்று கண்டார்கள் (Dibromo-indigo). நீலிச் சாயம் விலை சரசமாய் இப்பொழுது ரஸாயன முறையில் தயாரிக்கப்படுகிறது. இப்பொழுது மேற்கண்ட ஊதாச் சாயத்தை ஒரு பவுண்ட் ஒரு பவுன் விலையில் தயாரித்துவிடலாம். முன் அரசர் உடைகளுக்குரிய சாயத்தை இப்பொழுது நாமெல்லோரும் உபயோகப்படுத்தச் சாதகமாகவிருக்கிறது. ரஸாயனத்தின் பிரயோசனத்தை நன்குணர்க!

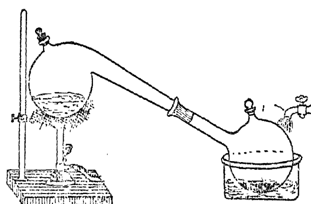
தயாரிக்கும் முறைகள் :—இரக்தகத்தை, ஹரிதகந் தயாரிக்கும் முறைக்கொத்த முறைகொண்டே தயாரிக்கலாம்.

(i) **மின்வியோக முறை :**—அப்ஜ-இரக்தகிகாமிலத்தையோ, ஸோடிய-இரக்தகை விலயனத்தையோ மின்சாரிக்க மேல் துருவத்தில் இரக்தகந் தோன்றும். அதனுல் அங்குள்ள விலயனஞ் சிவக்கும். இரக்தகம் கரையும் பொருளாகையால் இரக்தக விலயனமே உண்டாகும்.

(ii) **நிலையற்ற இரக்தகைகளைச் சூடுசெய்தல் :**—தாம்ரிக-இரக்தகையை ஒரு சோதனைக் குழாயிலெடுத்துச் சூடுசெய். கரும் பழுப்பு நிறமுள்ள ஆவி வெளிவரும். அது இரக்தக-ஆவி.



$$2CuBr_2 \rightarrow Cu_2Br_2 + Br_2$$

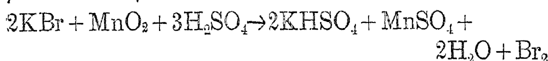


இரக்தகத்தைத் தயாரித்தல்

படம் 86

(iii) **விலக்கு முறை :**—அப்ஜனக-இரக்தகையிலிருந்து வர்த்தனிகளினுதவிகொண்டு, அப்ஜனகத்தை விலக்கி, இரக்தகத்தை அடையலாம். அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தைப்போல், அப்ஜ-இரக்தகிகாமிலம் அதிக அளவில் அகப்படுவதில்லை. ஆகையால், பொட்டாஸிய-இரக்தகையை மாங்கனஜ-துவிபிராணையுடனும் நீர்கலந்த கந்தகிகாமிலத்துடனும் ஒரு கண்ணுடி. வாலையிற் கலந்து,

வாலைக்கு அடைப்பானிட்டுச் சூடுசெய்ய, இரக்தகம் சிவப்பு வாயுவாக வெளிவந்து, கிரஹணீ பாத்திரத்தில் திரவமாக மாறிச் சொட்டும்.

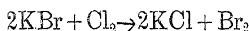


$$2KBr + MnO_2 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2KHSO_4 + MnSO_4 + 2H_2O + Br_2$$

வெளிவரும் இரக்தக ஆவியைக் கிரஹணீ பாத்திரத்திற் சிறிதளவு தண்ணீரையெடுத்து அதில் கனீகரிக்கச் செய்வது நலம். ஏனெனில் இங்கு இரக்தக ஆவி வெளியேறிவிடாது. கடைசியில் இரக்தகம் அதன் விலயனத்தினடியில் கனமான திரவமாகப் பிரிந்து நிற்கும்.

வர்த்தனிப்பொருள் ஒன்றையுஞ் சேர்க்காமலே, ஒரு இரக்தகையைச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் சேர்த்துச் சூடுசெய்ய, சிறிதளவு இரக்தகமும் வெளிப்படும். கந்தகிகாமிலம் இங்கு ஒரு வர்த்தனியாக வேலைசெய்கிறது. அப்ஜனக-இரக்தகை பிராணீகரிக்கப்படுகிறது. ஆனால், கந்தகிகாமிலம் அப்ஜனக-ஹரிதகையைப் பிராணீகரிக்காது. ஆகையால் அப்ஜனக-இரக்தகை, அப்ஜனக-ஹரிதகையைவிடக் குறைவான நிலையுள்ளது என்று வெளியாகிறது. அது ஒரு க்ஷயகாரிபோலவும் நடிக்கிறது.

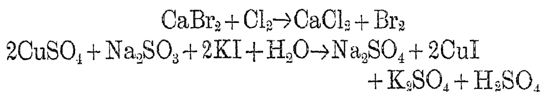
(iv) இரக்தகம், ஹரிதகத்தால் இரக்தகைகளிலிருந்து விலக்கப்படும். பொட்டாஸிய-இரக்தகை விலயனத்தை ஒரு சோதனைக் குழாயிலெடுத்து ஹரிதகத் தண்ணீரைச் சேர்த்துப் பார்க்க, விலயனம் மஞ்சளாகவோ சிவப்பாகவோ மாறும். இந்நிற மாறுபாடு இரக்தகம் வெளிவருவதாலேற்படுவது.



$$2KBr + Cl_2 \rightarrow 2KCl + Br_2$$

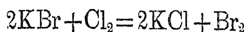
தொழில் முறை :—(i) ஸ்டாஸ்போர்டில் கார்னலைட்டிலிருந்து ஸோடிய-ஹரிதகையைப் பிரித்தெடுத்த பிறகு, மீதி நிற்குந் தாய் திரவத்தோடு மாங்கனஜ-துவி-பிராணையையும், கந்தகிகாமிலத்தையுஞ் சேர்த்து நீராவியை அக்கலவை வழியாக ஊதிச் செலுத்த, ஹரிதகமும் இரக்

தகமும் வெளியேறுகின்றன. அவ்வாவியைக் குளிரவிடக் கருஞ்சிவப்பு நிறமுள்ள இரக்தகம் கிடைக்கும். வியாபார முறையில் தயாரித்த இரக்தகத்தில் தண்ணீரும், ஹரிதகமும், சிறிதளவு பாடலகமும் காணப்படலாம். இரக்தகத்தைச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் சேர்த்துக் குலுக்க, கந்தகிகாமிலத்தில் தண்ணீர் கரைந்துவிடும். இரக்தகத்தை அமிலத்தினின்று பிரித்தெடுத்துப் பின்பு அதைக் கால்ஸிய-இரக்தகையுடனும் தாமிர-கந்தகிகஜத்துடனும், ஸோடிய-கந்தசஜத்துடனும் சேர்த்துக் காய்ச்சி வடிக்க; சுத்தமான இரக்தகம் அடையப்படுகிறது. கால்ஸிய-இரக்தகை ஹரிதகத்தையும், தாமிர அமிலஜமும் ஸோடிய-கந்தசஜமும் பாடலகத்தையும் உட்கொண்டு இரக்தகத்தைச் சுத்திசெய்யும்.



$$CaBr_2 + Cl_2 \rightarrow CaCl_2 + Br_2$$
$$2CuSO_4 + Na_2SO_3 + 2KI + H_2O \rightarrow Na_2SO_4 + 2CuI + K_2SO_4 + H_2SO_4$$

சில சமயங்களில் நீரில்லாமல் சுத்திசெய்விக்கப்பட்ட இரக்தக திரவத்தைப் பொட்டாஸிய-இரக்தகையுடனாவது அய-இரக்தகையுடனாவது சேர்த்துக் காய்ச்சி வடிப்பார்கள். இங்ஙனஞ் செய்ய ஹரிதகம் விலக்கப்பட்டுப் பொட்டாஸிய அல்லது அய ஹரிதகையாக மாறும்.



$$2KBr + Cl_2 = 2KCl + Br_2$$

இரக்தகத்திலிருந்து பாடலகத்தை விலக்கப் பசை மாவையும் உபயோகிக்கின்றனர். அது பாடலகத்தைச் சோஷித்துவிடும்.

(ii) பாலார்ட் முறையில் (Ballard's Process) வற்றவைத்த சமுத்திர உப்புத் திரவத்திலோ, உப்புப் பிரிந்தபிறகு உள்ள தாய் திரவத்திலோ, ஹரிதகத்தைச் செலுத்தி மண்ணெண்ணெயால் (Paraffin oil) இரக்தகத்தைக் கரைத்தெடுத்து, எண்ணெய் விலயனத்தை ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்தோடு சேர்த்து அலச,

இரக்தகம் க்ஷார விலயனத்திற் கரைந்து விகாரித்துவிடும். மண்ணெண்ணெயைப் பிரித்து எடுத்து மறுபடியும் மறுபடியும் உபயோகிக்கலாம். க்ஷார விலயனத்தை மாங்கனஜ-துவி-பிராணையுடனுங் கந்தகிகாமிலத்துடனும் சேர்த்துச் சூடுசெய்து, இரக்தகத்தை முன்போலடைந்து சுத்தி செய்கிறார்கள்.

(iii) இந்நாளில், ஸ்டாஸ்போர்டிலும் ஓஹியோவிலும் ஹரிதகை பிரிந்தபின் நிற்கும் தாய் திரவத்தை வற்ற வைத்து (அதில் இரக்தகைகள் $NaBr$, KBr, $MgBr_2$ கரைந்து நிற்கும்.) அச்சூடான விலயனத்தை மண்ணுருண்டைகள் நிரம்பிய ஸ்தூபியின் வழியே இறங்கச் செய்கிறார்கள். ஸ்தூபியினடியிலிருந்து ஹரிதக வாயுவை மேல் நோக்கிச் செல்லும்படி அனுப்புகிறார்கள். ஹரிதகம் இரக்தகைகளினின்று இரக்தகத்தைப் பிரித்துவிட, இரக்தக ஆவியும் அதிகமாயுள்ள ஹரிதகமும் ஸ்தூபியினின்று வெளியேறும். அம்மிச்ரத்தைக் குளிர்விக்கப்பட்ட சுருள் வழியாக அனுப்ப இரக்தகம் அநேகமாய் முற்றிலுந் திரவமாகி ஒரு கிரஹணீ பாத்திரத்தில் வந்துசேரும். திரவமாகாத இரக்தக ஆவியை, ஈரம் பொருந்திய இரும்புத்தூள்கள் கொண்ட ஒரு சிறிய ஸ்தூபியின் வழியே அனுப்புவார்கள். அங்கு அய-இரக்தகை (Iron Bromide) உண்டாகும். இதினின்று பொட்டாஸிய-இரக்தகை தயாரிக்கப்படுகிறது (பின்னுற் பார்க்கவும்).

கழிவுபட்ட தாய்திரவம் ஸ்தூபியினடியில் வந்து சேரும். அதிற் சிறிதளவு இரக்தகமும் ஹரிதகமும் இருப்பதால், அத்திரவத்தின் வழியே நீராவியைச் செலுத்துகிறார்கள். அங்கு இரக்தகமும் ஹரிதகமும்விலயனத்தினின்று பிரிந்து வெளியேறும். அவ்விரண்டையும் ஹரிதகத்துடன் சேர்த்து ஸ்தூபிக்குள் மறுபடியும் செலுத்துவார்கள்.

(iv) தற்காலத்தில் இரக்தகமுள்ள அமிலஜங்களின் விலயனங்களில் மின்சாரத்தைச் செலுத்தி, இரக்தகத்தைத் தயாரிக்கிறார்கள். இரக்தகம் முற்றிலும் பிரிந்தபிறகே, ஹரிதகம் பிரியும்படியாகச் சோதனை நிலைகளைச் சரிக்கட்டிக் கொள்ளுகிறார்கள்.

பௌதிக குணங்கள்:—சாதாரண உஷ்ண அமுக்க நிலையில் சிவந்த பழுப்பு நிறமும், மூக்கைத் துளைக்கும்படியான காரமணமும் பொருந்திய திரவமாய் இரக்தகமிருக்கிறது. உலோகங்களில் திரவஸ்திதியிலுள்ளது இரஸம். அலோகத் தனிப்பொருள்களில் திரவஸ்திதியிலுள்ளது இரக்தகம். 0°ச-ல் அதன் திண்மானம் 3·188. கொதிநிலை 59°ச. திடஸ்திதியிலுள்ள இரக்தகத்தின் உருகுநிலை—7·3°ச. அதன் ஆவி அமுக்கம் அதிகமாயிருப்பதால் சோதனைச் சாலையின் உஷ்ண நிலையிலேயே பழுப்பு நிறமுள்ள புகையைக் கொடுக்கிறது. அதன் ஆவி கண்களிற்படக் கண் சிவந்து, கரிப்பு உண்டாகிக் கண்ணீர் வரும்; தொண்டை, மூக்கு இவைகளிற்பட மேல்தோல் வெந்துவிடும். அது ஒரு கொடிய நஞ்சு. இரக்தக-திரவம், தோல்மேல் பட, வேக்காடும் புண்ணுமுண்டாகும்; புண் எளிதில் ஆறுவதில்லை. இதை உட்கொண்டால் உடனே மரணம். ஒரு துளியை ஒரு கோழியின் சொண்டில் இட, அது உடனே மாண்டதாம். அது தண்ணீரிற் கரையும். கரைமானம், உஷ்ணம் அதிகரிக்க அதிகரிக்கக் குறைந்துகொண்டே வருகிறது. நூறு கிராம் தண்ணீரில் 0°-ல் 3·6 கி., 10°-ல் 3·327 கி., 20°-ல் 3·208 கி., 30°-ல் 3·126 கி. இரக்தகங் கரையும். விலயனத்தைக் குளிரச்செய்ய இரக்தக நீர்ப்பொருள் ($Br_2 8H_2O$), ஹரிதகத்தைப்போல் ஸ்படிகங்களாக வெளிவருகிறது. ஈதர், க்ளோரோபாம், கரிகந்தகத் திராவகம் பென்ஸீன் போன்ற பல சேதனத்திரவங்களில் இரக்தகம் எளிதிற் கரையவல்லது.

750°ச வரையில் இரக்தகத்தின் ஆவிதிண்மை சுமார் 80. அதன் அணுபாரம் சுமார் 160 தானிருக்கவேண்டும்.

அதன் உண்மை பரமாணுபாரம் 79·916. ஆகையால் அதன் அணுசங்கேதம் Br_2. ஆனால் விக்டர் மேயரென்பவர் அதிக உஷ்ண நிலையில் அதன் ஆவி திண்மை 80க்குக் குறைவாயிருப்பதைக் கண்டார். ஆகையால் த்வணுகம் பிரிந்து ஒரு பரமாணுக்கொண்ட அணுக்களாக மாறவேண்டும். இதை $Br_2 \rightleftarrows 2\,Br$ என்ற சமீகரணத்தாற் காட்டுவோம்.

ரஸாயன குணங்கள் :—இரக்தகத்தின் ரஸாயன குணங்கள், ஹரிதகத்தின் குணங்களை யொத்தவை. ஆனால் இரக்தகம் சற்றுக் குறைவான வீரியத்துடன் விகாரிக்கும். அநேகமாய் அது எல்லா உலோகங்களுடனும் விகாரித்து இரக்தகைகளைக் கொடுக்கும். ஒரு வாயு ஜாடியில் சிறிதளவு இரக்தக திரவத்தை எடுத்து அதில் அஞ்சனப் பொடியைத்தூவ, அஞ்சனம் தீப்பற்றியெறிந்து திரவத்தின் மேன்மட்டத்தில் குதித்து விளையாடும். பாஷாணமும் அதில் "சொய்" யென்ற சப்தத்துடன் ஸம்யோகிக்கும். பொட்டாஸியத்துடனும் மஞ்சள் பாஸ்வரத்துடனும் அது வெடியுடன் ஸம்யோகிக்கும். அது சூரிய வெளிச்சத்தில் அப்ஜனகத்துடன் சேர்ந்து விகாரிக்கும் ஆனால் விகாரத்தில் வெடியுண்டாவதில்லை. இரக்தகங் கரைந்த தண்ணீர், சலவை செய்யுங்குணம் பொருந்தியது. இத்தண்ணீரில் ஒரு லிட்மஸ் தாளை நனைத்துப்பார்; தாள் முதலிற் சிவந்து பின்பு வெளுக்கும்.



$$Br_2 + H_2O = HBr + HBrO$$

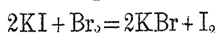
இச்சலவை விகாரத்திற்குக் காரணம் விலயனத்திலிருந்து வரும் ஜனித-பிராணவாயுவாகத்தானிருக்க வேண்டுமென்று தோன்றுகிறது. (ஹரிதக குணத்துடன் ஒத்துப் பார்.) இரக்தகத் தண்ணீரை வெயிலில் வைக்க, பிராணவாயுக் குமிழிகள் கிளம்புவதைக்கண்டு சோதிக்கலாம். ஹரிதகத்தின் வீரியத்தைவிட, இரக்தகத்தின் வீரியம் சிறிதளவு குறைந்தது. இதுவும், ஹரிதகம்;

இரக்தகத்தை ஸம்யோகத்தினின்று விலக்குவதிலிருந்து வெளியாகிறது. அது க்ஷாரவிலயனங்களிற் கரைந்து, விலயனம் குளிர்ந்த நிலையிலிருக்க இரக்தகையாகவும் உப இரக்தசஜமாகவும் (Hypobromite) மாறும்; விலயனஞ் சூடாகவும் சுண்டினதாகவுமிருக்க இரக்தகையாகவும் இரக்தகிகஜமாகவும் (Bromate) மாறும். (பின்னுற் பார்க்கவும்). இரக்தகம் ஒரு வர்த்தனி. அப்ஜனக-கந்தகை விலயனத்துடன் இரக்தக விலயனத்தைச் சேர்க்க கந்தகம் அவபதிக்கும்.



$$H_2S + Br_2 = 2\,HBr + S\downarrow$$

இரக்தகம் பொட்டாஸிய-பாடலகை விலயனத்திலிருந்து பாடலகத்தை விலக்கும்,



$$2KI + Br_2 = 2KBr + I_2$$

அது பசைமா விலயனத்தை மஞ்சளாக்கும்.

அதன் அணுபாரம் 79·92 என்று ஸ்டாஸ் கணக்கிட்டிருக்கிறார். சாதாரண இரக்தகம் இருவகை இரக்தகங்கள் சேர்ந்த கலப்பு. ஒன்றின் பரமாணுபாரம் 79· மற்றதின் பரமாணுபாரம் 81.

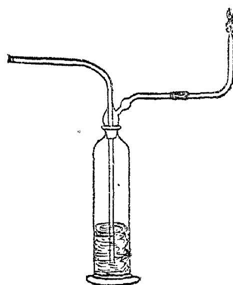
உபயோகங்கள் :—தாதுக்களிலிருந்து உலோகங்களைப் பிரிக்கும் முறைகளிலும், ரஸாயனத் தொழில் முறைகளிலும், சிறிய கிருமி முதலியவைகளை நாசஞ்செய்வதற்கும் [இதற்கு இரக்தகத்தை ஒருவித மண்ணில் (Keisel-ghur) கலந்து விற்கிறார்கள். (Bromine solidificatum)] மிதமான வர்த்தனியாகவும், சேதன ரஸாயன முறைகளிலும்—உதாரணம் :— சிவப்பு (மை) சாயம் (Eosin), ஊதாச் சாயம் முதலியவை—இரக்தகைகள் தயாரிக்கும் முறைகளிலும் இரக்தகம் உபயோகப்படுகிறது.

இந்நாளில் ஒவ்வொரு காலன் பெட்ரோலுடனும் சிறிதளவு எதிலீன்-துவி-இரக்தகை (Ethylene dibromide $C_2H_4Br_2$) என்னும் ஒரு பொருள் சேர்க்கப்படுகிறது. பெட்ரோலுடன் சேர்க்கப்படும் ஸீஸ-சதுர்-ஈதைல்

(Lead-tetraethyl) என்னும் அதிர்ச்சி நாசனியுடன் (Anti-knock) எதிலீன்-துவி-இரக்தகை விகாரித்து, ஸீஸத்தை ஸீஸ-இரக்தகையாக மாற்றுகிறது. இல்லாவிடின் ஸீஸம் பொறிக்குமிழிகளைப் (sparking plugs) பாழாக்கிவிடும். புகைப்பட வேலையிலும் பல மருந்துகள் தயாரிப்பதிலும் இரக்தகம் உபயோகிக்கப்படுகிறது.

அப்ஜனக-இரக்தகை (Hydrogen-Bromide)

ஒரு பரமாணு அப்ஜனகம் ஒரு பரமாணு இரக்தகத்துடன் ஸம்யோகித்து ஓர் அணு அப்ஜனக-இரக்தகையைத் தருகிறது. இப்பொருளைத் தயாரிக்க, அப்ஜனக-ஹரிதகையைத் தயாரிக்க உபயோகப்படுத்திய முறைகளையே அனுசரிக்கலாம்.

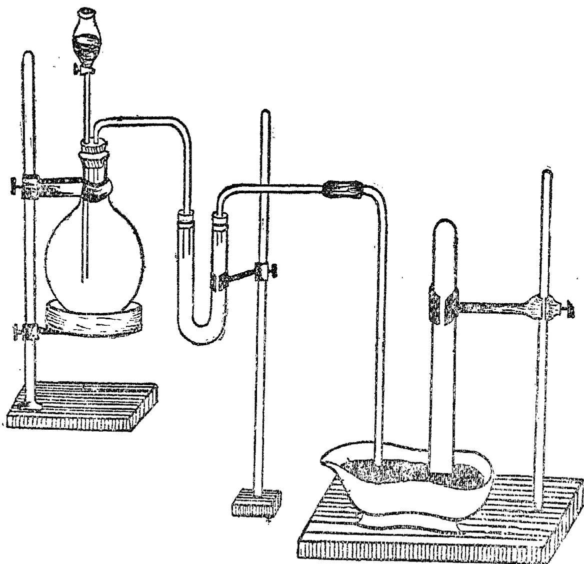


அப்ஜனக-இரக்தகையைத் தயாரித்தல்
(நேர்-ஸம்யோகம்)

படம் 87

(i) **நேர் ஸம்யோகம்**:—இரக்தக-அப்ஜனக மிச்ரம் சாதாரண உஷ்ண நிலையில் சூரியவெளிச்சத்திற் காட்டப்பட்டபோதிலும் ஸம்யோகம் ஏற்படுவதில்லை. ஆனால் உஷ்ண நிலை சுமார் 200°ச-க்கு மேலிருப்பின் அவை ஸம்யோகிக்கும். அப்ஜனகம் இரக்தக ஆவியில் எரிந்து அப்ஜனக-இரக்தகையைக் கொடுக்கும். 87-வது படத்திற்

காட்டியபடி, கழுவு சீசாவிலுள்ள இரக்தகத்தின் வழியாக அப்ஜனகத்தைக் குமிழிக்கவிட்டு, வெளிவரும் மிச்ர வாயுவைக் கொளுத்தி, சுடருக்குச் சமீபத்தில் அமோனியா-சீசாவைக் கொண்டுவர வெள்ளைப் புகையுண்டாகும். (இது அமோனிய-இரக்தகையுண்டாவதால் ஏற்படுவது.)

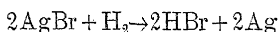


அப்ஜனக-இரக்தகையைத் தயாரித்தல்

படம் 88

அப்ஜனக-இரக்தக மிச்ர வாயுவைச் சூடான பிளாடினத்தின்மேற் செலுத்த (ஸ்பர்ச விகாரம்) வெளிவரும் வாயுவில் அப்ஜனக-இரக்தகையைக் காணலாம். இம்முறைகளால் இப்பொருளை அதிக அளவில் தயாரிக்க முடியாது.

(ii) **இரக்தகஞ் சேர்ந்த பொருளை அப்ஜனகங் கொண்டு தாக்குதல் :**—சூடான இரஜத-இரக்தகைமேல் அப்ஜனகத்தைச் செலுத்த இப்பொருள் விளையும்.

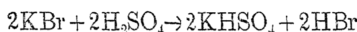


$$2AgBr + H_2 \rightarrow 2HBr + 2Ag$$

இம்முறையும் தகுந்ததல்ல.

(iii) **அப்ஜனகமுள்ள பொருளை இரக்தகத்தால் தாக்குதல் :**—உருண்டைக் கூஜாவிலுள்ள கர்ப்பூரத் தைலங்கலந்த நாப்தலீனைச் சூடுசெய்து, அதன்மேல் இரக் தகத்தைச் சொட்டவிடு (படம் 88). வெளிவரும் வாயு U குழாயிலுள்ள சிவப்பு பாஸ்வரத்தின் வழியாய்ச் செல்ல, வாயுவிலுள்ள தனிமையான இரக்தகத்தைப் பாஸ்வரம் உறிஞ்சிவிடும். வெளிவரும் வாயு, அநேகமாய்ச் சுயமான அப்ஜ-இரக்தகையாயிருக்கும். இரக்தகோ-நாப்தலீன் (Bromo-naphthalene) கூஜாவிலிருக்கும் அப்ஜனக-இரக்தகை வெளிவந்து காற்றுடன் சம்பந்தப்படப் புகையும். ஸ்வபாவத்தில் அது நிறமற்ற பொருளே. நாப்த லீனுக்குப் பதிலாக மெழுகை (Solid paraffin) யும் உப யோகித்து மேற்கண்ட சோதனையை நடத்தலாம்.

(iv) **அப்ஜனகமுள்ள பொருளை இரக்தகமிருக் கும் பொருளுடன் சேர்த்து விகாரித்தல் :**—ஒரு சோத னைக்குழாயில் பொட்டாஸிய-இரக்தகை ஸ்படிகத்துண்டு களை எடுத்துச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தைச் சேர்த்துச் சூடுசெய்ய, வெளிவரும் வாயு சற்றுச் சிவப்பு நிறம் பொருந் தியதாயிருக்கும். வெளிவரும் அப்ஜனக-இரக்தகையைக் கந்தகிகாமிலம் இரக்தகமாகப் பிராணீகரிக்கிறது.



$$2KBr + 2H_2SO_4 \rightarrow 2KHSO_4 + 2HBr$$

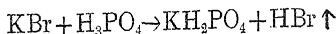


$$2HBr + H_2SO_4 \rightarrow SO_2 + 2H_2O + Br_2$$

(அடுத்து நடக்கும் விகாரம்)

சுண்டின அமிலத்திற்குப் பதிலாக நீரிட்ட அமி லத்தை உபயோகிக்க, அப்ஜனக-இரக்தகையைச் சற்றே

றக்குறைய சுத்தமான நிலையில் அடையலாம். கந்தகிகாமிலத்திற்குப் பதிலாக பாஸ்வரிகாமிலத்தை உபயோகிக்கலாம்.



$$KBr + H_3PO_4 \rightarrow KH_2PO_4 + HBr \uparrow$$

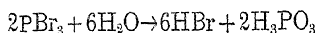
இதுவும் முற்றிலும் திருப்திகரமான முறையல்ல.

(v) நீர் வியோக முறை:—பாஸ்வர-ஹரிதகை தண்ணீரோடு சேர்ந்தவுடன் நீர் வியோகமடைந்து அப்ஜனக-ஹரிதகையைக் கொடுத்தது. அதுபோல், பாஸ்பர-இரக்தகையும் நீர்வியோகமடைந்து அப்ஜனக-இரக்தகையைக் கொடுக்கும்.

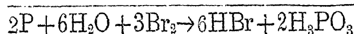
ஓர் உருண்டைக் கூஜாவில், சிவப்பு பாஸ்வரத்தை எடுத்து அதைத் தண்ணீரால் மூடி இரக்தகத்தைச் சொட்டவிடு (படம் 88). அப்ஜனக-இரக்தகையை இரக்தகத்திலிருந்து சுத்திசெய்ய, வாயு மிச்ரத்தை U குழாயிலுள்ள சிவப்புப் பாஸ்வரம் பூசிய கண்ணாடி மணிகளின் வழியாய்ப் புகுந்து வெளிவரச் செய். (விகாரம் தொடர்ச்சியாய் நடக்காது. சற்று விட்டு விட்டேதான் நடக்கும்.) விடுகுழாயை ஒரு கண்ணாடி ஜாடியில் தொங்கவிட்டுக் காற்றை மேல்நோக்கி விலகும்படி செய்து, அப்ஜனக-இரக்தகையைச் சேகரிக்கலாம்.



$$2P + 3Br_2 \rightarrow 2PBr_3$$



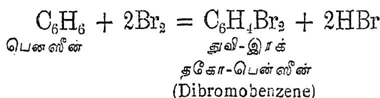
$$2PBr_3 + 6H_2O \rightarrow 6HBr + 2H_3PO_3$$



$$2P + 6H_2O + 3Br_2 \rightarrow 6HBr + 2H_3PO_3$$

[எடுத்துக்கொண்ட தண்ணீர் மிகச் சிறிதளவிலேயிருக்குமேயாகில் பாஸ்வோனிய-இரக்தகை (Phosphonium bromide PH_4Br) உண்டாகும்.] இவ்வாயுவைக் கால்ஸிய-இரக்தகை ($CaBr_2$) வழியாய்ச் செலுத்த அதிலுள்ள ஈரம் விலகும். இவ்வாயுவை இரஸத்தின்மேல் சேகரித்துக்கொள்ளலாம்.

அதிக அளவில் இவ்வாயு தேவையாயிருப்பின் அதை எர்ட்மன்-முறையால் (Erdmann's method) சுலபமாகத் தயாரிக்கலாம். ஈரமறச் சுத்தி செய்விக்கப்பட்ட பென்ஸீனை ஓர் உருண்டைக் கூஜாவிலெடுத்து அதனுடன் கூஷயீகரண முறையால் தயாரிக்கப்பட்ட இரும்பையாவது அலுமீனியப் பொடியையாவது சேர்த்து இரக்தகத்தை மெதுவாகப் பென்ஸீன்மேல் சொட்டவிடவும். விகாரம் உடனே தொடங்கித் துரிதமாகச் செல்லும். விகாரம் சில சமயங்களில் கட்டிலடங்கா வீரியத்துடன் செல்லலாம். அப்பொழுது உருண்டைக் கூஜாவைக் குளிர்விக்கவேண்டும்.



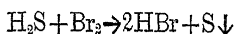
$$C_6H_6 + 2Br_2 = C_6H_4Br_2 + 2HBr$$

பென்ஸீன் — துவி-இரக்தகோ-பென்ஸீன் (Dibromobenzene)

வெளிவரும் அப்ஜனக-இரக்தகையுடன் சிறிதளவு இரக்தக-ஆவியும் பென்ஸீன் ஆவியும் கலந்திருக்கும். ஆகையால் வெளிவரும் வாயுவை U குழாயிலுள்ள சிவப்பு பாஸ்வரத்தின் வழியே (அயச-இரக்தகையையும் உபயோகிக்கலாம்.) அனுப்பி இரக்தகத்தை விலக்கவும். மேற்கண்ட U குழாயுடன் ஆன்த்ரஸீன் (Anthracene) இருக்கும் மற்றொரு U குழாயைப் பிணைத்து அதன் வழியே வாயுவைச் செலுத்த பென்ஸீன் ஆவி விலக்கப்படும்.

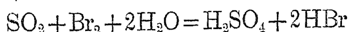
(வெளிவரும் வாயுவை நேரே தண்ணீரிற் கரைத்து அதன் விலயனத்தைத் தயாரிக்கலாம்.)

(vi) அப்ஜனக-இரக்தகை விலயனத்தை வெகு எளிதில் தயாரிக்கலாம். மேற்கண்ட முறைகளில் தயாரித்த அப்ஜனக-இரக்தகை வாயுவைத் தண்ணீரிற் கரைத்துவிடலாம். அல்லது இரக்தகம் கரைந்த தண்ணீரில் அப்ஜனக-கந்தகையைச் செலுத்த, கந்தகம் அவபதித்து, அப்ஜனக-இரக்தகை தண்ணீரிற் கரைந்து நிற்கும்.



$$H_2S + Br_2 \rightarrow 2HBr + S\downarrow$$

கந்தகத்தை வடிகட்டிப் பிரித்துவிடலாம். அல்லது இரக்தக-விலயனத்தில் அல்லது இரக்தக-தண்ணீர்க் கலவையில் கந்தக-துவி-பிராணையைச் செலுத்தலாம்.



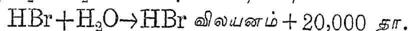
$$SO_2 + Br_2 + 2H_2O = H_2SO_4 + 2HBr$$

இங்குண்டாகிய அமிலக் கலவையைக் காய்ச்சி வடித்து, அப்ஜ-இரக்தகிகாமிலத்தை அடையலாம்.

பௌதிக குணங்கள்:—அப்ஜனக-ஹரிதகையைப் போல் அப்ஜனக-இரக்தகையும், காற்றிற் சம்பந்தப்படப் புகையுங் குணமுடைய, நிறமற்ற, கார மணமுள்ள வாயு. அதைத் திரவ ஸ்திதிக்கும் திடஸ்திதிக்கும் மாற்றலாம். திரவத்தின் கொதிநிலை — 68·7°ச.; திடப்பொருளின் உருகுநிலை—86°ச. அது தண்ணீரில் வெகு எளிதிற் கரையும். அவ்விலயனத்தை அப்ஜ-இரக்தகிகாமிலம் (Hydrobromic Acid) என்போம். நூறு கிராம் தண்ணீர் 0°ச-ல் 221 கிராம் வாயுவையும், 20°ச-ல் 199 கிராம் வாயுவையுங் கரைத்துக்கொள்ளும். விலயனத்தைக் கொதிக்க விட—அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலம்போல்—"திட்ட-கொதிநிலை மிச்ர" நிலைமையை அடைகிறது. இதில் 47·8% அப்ஜனக-இரக்தகையிருக்கும். 760 ஸ.மீ. அமுக்க நிலையில் 126°ச-ல் சங்கலனத்தில் மாறுபாடில்லாமல் அம்மிச்ரம் கொதிக்கும்.



[$H_2 + Br_2 \rightarrow 2HBr + 2 \times 12{,}100$ தா.



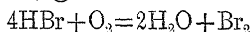
$\underset{\text{வாயு}}{HBr} + H_2O \rightarrow HBr$ விலயனம் $+ 20{,}000$ தா.

ஆகையால் ஒரு கிராம் அப்ஜனகம் 80 கிராம் இரக்தகத்துடன் சேர்ந்துண்டான ஒரு கிராம் அணுபார அப்ஜனக-இரக்தகையை அதிக அளவு தண்ணீரிற் கரைக்க, மொத்தமாக வெளிவரும் உஷ்ணம்

$= 12{,}100 + 20{,}000 = 32{,}100$ தா.]

ரஸாயன குணங்கள்:—ஈரமேயில்லாத அவ்வாயு மந்தமான ரஸாயனப் பொருளே; லிட்மஸின் நிறத்தை

மாற்றுது. ஆனுல் ஈரஞ் சம்பந்தப்பட்ட நிலையில் வீரியம் பொருந்தியது. அது கரைந்த விலயனத்தை அப்ஜ-இரக்தகிகாமிலம் என்று சொல்லுவோம். அவ்வமிலம் நீர் விலயனத்தில் அதிக அளவில் மின்னணுக்களாகப் பிரியும். எனவே அது ஒரு பலமான அமிலம். அது பல உலோகங்களுடன் தொட்டுநிற்க அப்ஜனகம் வெளிவரும். உலோகங் கரைந்து இரக்தகையாக மாறும். அவ்வமிலம் உலோகப் பிராணைகளுடனும், உலோக-அப்ஜ-பிராணைகளுடனும், உலோக-இங்காலிகஜங்களுடனுஞ் சேர்ந்து விகாரித்து உரிய உலோக இரக்தகைகளைத் தரும். அப்ஜனக-ஹரிதகையைவிட அப்ஜனக-இரக்தகை எளிதில் விபாகிக்குங் குணமுடையது. 800°ச உஷ்ணத்திற்குச் சூடுசெய்யப் பட்டாலே அது அளவிடக்கூடிய நிலையில் அப்ஜனகமாகவும் இரக்தகமாகவும் வியோகிக்கிறது. வர்த்தனிகள் யாவும், அப்ஜ-இரக்தகிகாமிலத்திலிருந்து இரக்தகத்தை வெகு எளிதில் வெளிப்படுத்துகின்றன. மேலும் அவ்வமில விலயனம் காற்றுப்பட வெளிச்சத்திலிருப்பின் மஞ்சளாக மாறும். பிராணீகரணத்தால் இரக்தகம் வெளிவருவதே இந்நிற மாறுபாட்டிற்குக் காரணம்.



$$4HBr + O_2 = 2H_2O + Br_2$$

அப்ஜ-இரக்தகிகாமிலத்தை நீரற்ற கால்ஸிய-இரக்தகைமேல் சொட்டவிட, நீர்பிரிந்து அப்ஜனக-இரக்தகை வாயு வெளிவரும்.

சங்கலனம்:—அப்ஜனக-ஹரிதகையின் சங்கலனத்தை அளவிட உபயோகிக்கப்பட்ட முறைகள்கொண்டு சோதிக்க அப்ஜனக-இரக்தகையின் அணுவை HBr என்ற சங்கேதத்தாலேயே காட்டவேண்டும் என்ற முடிவு ஏற்படுகிறது.

குறிப்பு:—மேற்கண்ட தயாரிக்கும் முறைகளையும் பௌதிக ரஸாயன விகாரங்களையும் ஆராய்ச்சி செய்யுங்கால், இரக்தகம் ஹரிதகத்தின் தன்மையையும் செயல்களையும் ஒட்டிநிற்கிறதென்றும், ஆனுல் ரஸாயன வீரியத்தில்

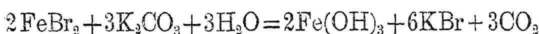
ஒருபடி தாழ்வாகவிருக்கிறதென்றும் வெளியாகிறது. ஆனதுபற்றியே ஹரிதகம் இரக்தகத்தை, அப்ஜனக-இரக்தகை, உலோக இரக்தகைகள் என்ற இவைகளினின்று விலக்கும் பலங்கொண்டது.

அப்ஜ-இரக்தகிகாமிலம் கொடுக்கும் உப்புக்களுக்கு இரக்தகைகள் (Bromides) என்று பெயர். இவை ஹரிதகைகளின் குணங்களுக்குச் சமானமான குணங்கள் பொருந்தியவை. தண்ணீரிற் கரையாத இரக்தகைகள் :— இரஜத - இரக்தகை $AgBr$, ஸீஸ - இரக்தகை $PbBr_2$, இரச-இரக்தகை Hg_2Br_2. இரஜத-இரக்தகை சிறிது மஞ்சள்நிறம் பொருந்தியது ($AgCl$ வெள்ளை நிறம்). அமோனியா திரவத்தில் சிரமத்துடன் கரையும் ($AgCl$ எளிதில் கரையும். இப்படிப்படியான குணபேதங்களைக் கவனிக்கவும்). வெண்மையான ஸீஸ-இரக்தகை சூடான தண்ணீரிற் கரைந்து, விலயனங் குளிர, அழகிய நிறமற்ற ஸ்படிகங்களாக அவபதிக்கும். இரச-இரக்தகை சிறிது மஞ்சள் நிறமுள்ளது. அமோனியா திரவம்பட்டாற் கருக்கும்.

இரக்தகை விலயனத்துடன் ஹரிதகத் தண்ணீரைச் சேர்க்க இரக்தகம் பிரிவதால் விலயனஞ் சிவக்கும். இதனுடன் கரிகந்தகத் திராவகத்தைச் சேர்த்துக்குலுக்க, இரக்தகம் அதில் கரைந்து அவ்விலயனம் அடியில் தங்கிநிற்கும். அதன் நிறம் பழுப்புச் சிவப்பு. இரக்தகையைக் காண இதுவுமொரு சோதனை.

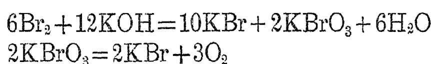
இரக்தகைகள், ஹரிதகைகள் போலவே தயாரிக்கப்படுகின்றன. பாடலகைகளை இரக்தகத்தால் தாக்க, பாடலகம் வெளிவந்து அவபதிக்க, இரக்தகைகளுண்டாகும். இரக்தகைகள் புகைப்பட முறைகளிலும் சிகித்ஸாசாலைகளிலும் உபயோகப்படுகின்றன. சில இரக்தகைகள், உடம்பிலுள்ள நரம்புப்படபடப்பைத் தணித்துத் தூக்கமுண்டாகச் செய்யும் மருந்துப் பொருள்கள் (Sedatives-சாந்தனிகள்).

இரக்தகைகளில் முக்கியமானது பொட்டாஸிய-இரக்தகை. இது தண்ணீரில் எளிதிற் கரையும் வெண்மை ஸ்படிகங்கள். இது அயச-இரக்தகையினின்று தயாரிக்கப் படுகிறது. அயச-இரக்தகை விலயனத்துடன் பொட்டாஸிய-இங்காலிகஜத்தைச் சேர்க்க அய-அப்ஜ-பிராணை அவபதிக்கும்; இங்கால-துவி-பிராணை வெளிப்பெறும்; பொட்டாஸிய-இரக்தகை விலயனத்திற் கரைந்துநிற்கும். விலயனத்தை வற்றவைத்து அதை ஸ்படிகீகரிக்கவிடலாம்.



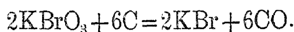
$$2FeBr_2+3K_2CO_3+3H_2O=2Fe(OH)_3+6KBr+3CO_2$$

அல்லது சுண்டின பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்தில் இரக்தகத்தைக் கரைத்து, அதை வற்றவைத்து மீதிநிற்கும் இரக்தகை, இரக்தகிகஜமிச்ரத்தைத் தனியாகவோ அல்லது கரியுடன் சேர்த்தோ சூடுசெய்து பொட்டாஸிய-இரக்தகையைத் தயாரிக்கலாம்.



$$6Br_2+12KOH=10KBr+2KBrO_3+6H_2O$$
$$2KBrO_3=2KBr+3O_2$$

அல்லது



$$2KBrO_3+6C=2KBr+6CO.$$

இதைப்பற்றி மறுபடியும் பின்னுற் கூறநேரிடும்.

பாடலகம் (Iodine)

சின்னம் I. பரமாணுபாரம் 126·932

சரித்திரம்:—நெப்போலிய யுத்தங்கள் நடந்துகொண்டிருந்தபொழுது, வெடியுப்பைக் கைமுறைகளால் (artificial) தயார்செய்ய உப்புப் பாத்திகள் கட்டப்பட்டன. 1812-ம் வருஷம் உமணரான (உப்புச் செய்பவன்) கோர்டாய் (B. Courtois) என்பவர் வெடியுப்புகளைச் சோதித்துக்கொண்டிருந்த சமயத்தில் “கெல்ப்” (Kelp) என்ற கடற்பூண்டின் சுட்ட சாம்பலைத் தண்ணீரிற் கரைத்து, தாமிரக் கொப்பரைகளில் அவ்விலயனத்தைக் கால்ஸிய வெடியுப்புகளுடன் சேர்க்க, தாமிரக் கொப்பரை

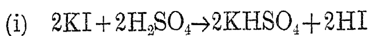
களெல்லாம் அதிசீக்கிரமாய் அரிபட்டுக் கறைபிடித்ததைக் கவனித்தார். கடற்பூண்டுச் சாம்பற் கரைத்த விலயனத்தை வற்றவைக்க, முதலில் பொட்டாஸிய-கந்தகிகஜமும், பிறகு, ஸோடிய கந்தகிகஜமும், பின்பு சாதாரண உப்பும், கடைசியில் ஸோடா உப்பும் பிரிந்துவெளிவந்தன. மீதிநின்றதாய்த் திரவத்தைச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் சேர்த்துச் சூடு செய்ய, ஓர் அழகிய அழுத்தமான கத்தரிப்பூ நிறமுடைய ஆவி வெளிவருவதையும், அவ்வாவி, குளிர்ந்த பாகங்களில் திடஸ்திதியில் ஸ்படிகங்களாகப் படிவதையுங் கண்டு, அவர் ஆச்சரியங்கொண்டார். இப்பொருளிற் சிறிதளவைக் கே-லூசாக்குக்கு அனுப்பினார். கே-லூசாக் (Gay-Lussac) அதன் தனிப்பொருள் தன்மையையும் ஹரிதகத்தோடுள்ள உறவையுங் கண்டார். அதன் ஆவி, ஊதா நிறமாக இருப்பதின்பொருட்டு அதற்கு 'அயோடின்' (Iodine—Iodos = Violet) என்று பெயரிட்டார். அதற்கிணங்க நாமும் அதைப் பாடலகம் என்றழைப்போம். அதற்கு ஊதாயம் என்ற பெயரையுமிடலாம். அதிலிருந்து அவர் அப்ஜ-பாடலகிகாமிலத்தைத் (Hydriodic acid HI) தயாரித்தார். டேவி, கே-லூசாக்கின் சோதனைகளையும் முடிவுகளையும் ஊர்ஜிதப்படுத்தினர்.

சம்பவம் :—ஹரிதக இனங்களில் மிகக் குறைந்த அளவிலிருப்பது பாடலகமே. பாடலகம் தனித்தகப்படுவதில்லை. கடல் தண்ணீரே அதைக்கொண்டிருக்கும் சுரங்கம்போல் விளங்குகிறது. கடல் தண்ணீரில் 0·001% அளவிலேதான் அது இருக்கிறது. கடற்பூண்டுகளிலும் கடற்பாசிகளிலும், கடற்காளான்களிலும் கடற்பஞ்சுகளிலும் அது அமைந்திருக்கிறது. உஷ்ணப்பிரதேசங்களிலகப்படும் சில கடற்பஞ்சுகளில் 10—14% பாடலகமிருக்கிறது. அது இருக்கும் கடற்பஞ்சு, பூண்டு, இவற்றை எரிப்பதிலுண்டாகுஞ் சாம்பலுக்குக் "கெல்ப்" (Kelp) என்று பெயர். கடற்பிராணிகளிலும், சில நிலச் செடிகளிலும், நிலப் பிராணிகளிடத்திலும் அது சிறிதளவிலிருக்கிறது.

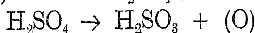
'காட்' (Cod) என்ற மீன்களின் ஈரல்களிலிருந்து வடித்தெடுக்கும் எண்ணெயிலும், உயிர்ப்பிராணிகளிலுள்ள தைராய்ட் சேகரிகளிலும்[1] (Thyroid glands) அது சிறிதளவு காணப்படுகிறது. மனிதன் சுகமாயும் ஆரோக்கியமாயும் ஜீவிப்பதற்குச் சிறிதளவு பாடலகம் அவசியமென்றே தோன்றுகிறது. ஆகாரப் பொருள்களில் பாடலகம் இல்லாமலேயிருக்குமாகில் மனிதர்களுக்கு ஒருவித வியாதி (களகண்டமாலை Goitre) ஏற்படுகிறது. மனிதனுக்கு வேண்டிய பாடலகம் சில உணவுப்பொருள்களிலிருந்தும் சமுத்திரத்தினின்று பாடலகையாகக் காற்றினால் உள் நாட்டிற்கு நீர்த்திவலைகளுடன் கொண்டுவரப்படுவதிலிருந்தும் கிடைப்பதாகப் பலர் எண்ணுகிறார்கள். பால், வெண்ணெய், பசளைபோன்ற பச்சைக்கறிகள் இவற்றிற் சிறிதளவு பாடலகம் காணப்படுகிறது. சில நாடுகளிலுள்ள பூசாரத்தில் பாடலகமே இல்லாதுபற்றி அந்நாட்டார் கண்டமாலை முதலிய நோய்களால் வருந்தநேரிடும். அந்நாட்டிலுபயோகிக்கப்படும் குடிதண்ணீரில் வேண்டிய அளவு பொட்டாஸிய-பாடலகையைக் கரைத்துவிட அந்நோய் தீரும். சில கனிஜ-நீர்களில் பாடலகைகள் சிறிதளவிற் காணப்படுகின்றன. அந்நீர் மருந்துச் சரக்காக உபயோகிக்கப்படுகிறது. (உ-ம்.) பஞ்சாபிலிருக்கும் ஜ்வாலமுகியிலுள்ள நீரூற்றுக்களில் க்ஷார பாடலகை காணப்படுகிறது. அந்நீர் மேற்கண்ட நோய்க்கு உபயோகிக்கப்படுகிறது. இன்னும் ஸ்பா-ஊற்றுத் தண்ணீரில் ஒவ்வோர் லீட்டரிலும் 8 ஸ. கி. பாடலகம் கரைந்திருக்கிறதாம். இரஜத-கனிஜங்களிலும், ஸீஸகனிஜங்களிலும் சிலி வெடியுப்பிலும் [ஸோடிய பாடலகிகஜமாக Sodium Iodate, $NaIO_3$] அது அமைந்திருக்கிறது.

[1] இச்சேகரியில் பாடலகம் தைராக்ஸின் (Thyroxin) என்னும் பொருளாகக் காணப்படுகிறது. ஒவ்வொரு மனிதனிடத்திலும் சுமார் 20 ஸ. கி. பாடலகமிருக்கும். இதிற் பாதியளவு தைராக்ஸினிற் காணப்படும்.

தயாரிக்கும் முறைகள் :—சோதனைச் சாலையிற் பாடலகத்தை, ஹரிதகம், இரத்தகம் இவைகளைத் தயாரிக்கும் முறைகளில் தயாரிக்கலாம். (1) அப்ஜ-பாடலகிகாமிலத்தையோ, பொட்டாஸிய-பாடலகை விலயனத்தையோ மின்சாரிக்க, பாடலகம் மேல் துருவத்தில் தோன்றும். (2) நிலையற்ற பாடலகைகளைச் சூடுசெய்ய, பாடலகம் வெளியேறும். (3) அப்ஜ-பாடலகிகாமிலத்தையோ அமிலித்த பாடலகைகளையோ வர்த்தனிகளைச் சேர்த்துச் சூடு செய்ய, பாடலகம் விலகும். பொட்டாஸிய-பாடலகையை ஒரு சோதனைக் குழாயிலெடுத்து, சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தைச் சேர்த்துச் சூடுசெய்ய, உடனே அழுத்தமான கத்தரிப்பூ நிறமுடைய (செந்நீலநிறம்) ஆவி கிளம்பி, குழாயின் குளிர்ந்த பாகங்களிற் கருநீல வர்ணமுள்ள ஸ்படிகத் துண்டுகளாய்ப் படியும். கந்தகிகாமிலம் இங்கு ஒரு வர்த்தனியாக விளங்குகிறது. விகாரத்திலேற்பட்ட அப்ஜனக-பாடலகை ஒரு வீரிய க்ஷயகாரி. அதுவே, கந்தகிகாமிலத்தை க்ஷயீகரித்துவிடுகிறது. கவனமாய்க் குழாயிலிருந்து வரும் விளைவு வாயுவை வலதுகையால் இலேசாக உன்பக்கம் வீசி முகர்ந்து பார். கந்தக-துவி-பிராணை வாசனையை உணரலாம். க்ஷயீகரணம் இந்தமட்டில் நிற்காமல் இன்னும் அதிகமான நிலைக்குஞ் செல்லலாம். சில சமயங்களில் துர்நாற்றமுள்ள அப்ஜனக-கந்தகை (Hydrogen Sulphide) வெளிவருவதையுமுணரலாம்.

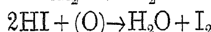


$$\text{(i)}\quad 2KI + 2H_2SO_4 \rightarrow 2KHSO_4 + 2HI$$



$$H_2SO_4 \rightarrow \underbrace{H_2SO_3}_{H_2O + SO_2} + (O)$$

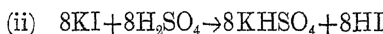




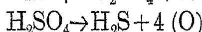
$$2HI + (O) \rightarrow H_2O + I_2$$



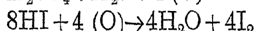
$$2KI + 3H_2SO_4 = 2KHSO_4 + SO_2 + 2H_2O + I_2$$



$$\text{(ii)}\quad 8KI + 8H_2SO_4 \rightarrow 8KHSO_4 + 8HI$$



$$H_2SO_4 \rightarrow H_2S + 4(O)$$



$$8HI + 4(O) \rightarrow 4H_2O + 4I_2$$



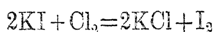
$$8KI + 9H_2SO_4 = 8KHSO_4 + H_2S + 4H_2O + 4I_2$$

பொட்டாஸிய-பாடலகை, மாங்கனஜ-துவி-பிராணே, நீரிட்ட கந்தகிகாமிலம், இவைகளை வாலையிலெடுத்து இளஞ் சூடுகாட்ட, பாடலக ஆவி வெளிக்கிளம்பிவரும். இதை ஒரு கிரஹணி பாத்திரத்தில் செலுத்த—கிரஹணி பாத்திரத்தின்மேற் குளிர்ந்த தண்ணீர் விழுந்துகொண்டிருக்கும்படி செய்யவும்-பாடலகம் வந்து படியும்.

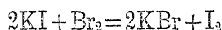


$$MnO_2 + 2KI + 3H_2SO_4 = 2KHSO_4 + MnSO_4 + 2H_2O + I_2$$

(4) அப்ஜனக-பாடலகையிலிருந்தும், உலோக பாடலகைகளிலிருந்தும், ஹரிதகமும், இரக்தகமும் பாடலகத்தை விலக்கி வெளியேற்றும். ஹரிதகம் இரக்தகத்தையும், பாடலகத்தையும் வெளியேற்றும். இரக்தகம் பாடலகத்தை விலக்கும். இவைகள் ஹரிதக-இன-அமிலஜங்களின் தராதர நிலையையும், ரஸாயன குணங்களில் ஹரிதகத்திலிருந்து பாடலகத்துக்கு வரும்பொழுது வீரியக் குறைவு ஏற்படுவதையும் விளக்குகின்றன. ஆகையால், பொட்டாஸிய-பாடலகை விலயனத்தில் ஹரிதக வாயுவைச் செலுத்த, பாடலகம் திடஸ்திதியிற் பிரியும். பொட்டாஸிய-பாடலகை விலயனத்துடன் இரக்தக-விலயனத்தைச் சேர்த்தாலும் பாடலகம் பிரிந்துபடியும்.



$$2KI + Cl_2 = 2KCl + I_2$$



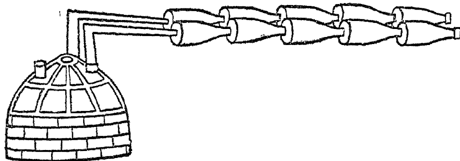
$$2KI + Br_2 = 2KBr + I_2$$

சுத்தி முறை:—மேலே சொல்லிய முறையிற் கிடைத்த பாடலகத்தைப் பொட்டாஸிய-பாடலகையுடன் கலந்து, மூசையிலெடுத்து 15-வது படத்திற் காட்டிய உத்பாதன யந்திரத்தில் புடமிட, பாடலகஸ்படிகங்கள் கண்ணாடி மாடத்தில் உத்பதித்து ஒட்டிக்கொள்ளும். சோதனைச் சாலையிற் சிறிதளவு பாடலகத்தைச் சுத்தி செய்ய, இம்முறை கையாளப்படலாம்.

தொழில் முறைகள்:—அதிக அளவு பாடலகத்தை இரண்டு முறைகளால் தொழிற்சாலைகளில் தயாரிக்கிறார்

கள். (1) கடற்பூண்டுகளிலிருந்து தயாரித்தல். (2) சிலி வெடியுப்பினின்று தயாரித்தல்.

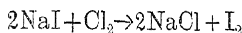
1. கிளாஸ்கோ, நார்வே, ஜப்பான் இத்தேசங்களில் இம்முறை அனுசரிக்கப்படுகிறது. கடற்கரையிலொதுங்கிய கடற்பூண்டுகளைச் சேகரித்து, ஆழமில்லாத குழிகளில் எரித்து அங்குண்டாகுஞ் சாம்பலை[1] இரும்புப்பானைகளில் வெந்நீரிற் கரைத்துத் தெளியவைத்து, தெளிந்த திரவத்தை யிறுத்து, வற்றவைக்க மித க்ஷாரங்களும், (Alkali Carbonates), க்ஷார-உலோக-ஹரிதகைகளும், கந்தகிகஜங்களும் முதலிற் பிரியும்; அவைகளைப் பிரித்துவிட்டுத்



பாடலகந் தயாரித்தல். (தொழில் முறை)

படம் 89

தாய்திரவத்துடன் கந்தகிகாமிலம் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலம், மாங்கனஜ-துவி-பிராணை இவைகளைச் சேர்த்து வார்ப்பிரும்புப்பானைகளில் சூடுசெய்து, விளைவு ஆவியை மண்-கிரஹணீ பாத்திரங்களின் வழியாகச் செலுத்த, பாடலகம் பாத்திரங்களிற் படியும்.



$$2NaI + Cl_2 \rightarrow 2NaCl + I_2$$

விகாரத்தின் முடிவில் இரக்தகம் (இரக்தகைகளினின்று) வெளியேறும். போதுமான அளவில் அது கிடைக்குமேயானால் அதைச் சேகரிப்பார்கள். மிகமிக

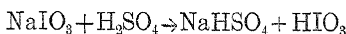
[1] இச்சாம்பலில் கந்தகிகஜங்கள் இங்காலிகஜங்கள் ஸோடியம் பொட்டாஸியம் இவற்றிற்குரிய ஹரிதகைகள் இரக்தகைகள், பாடலகைகள் என்பன கரியுடன் கலந்திருக்கும்.

அற்ப அளவிலேயே இருப்பின் அதை வெளியே விட்டு விடுவார்கள். இவ்விதந் தயாரித்த பாடலகத்தைக் கழுவி உலர்த்திப் பொட்டாஸிய-பாடலகையுடன் சேர்த்துப் பதங்கித்துச் சுத்திசெய்கிறார்கள்.

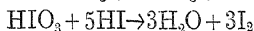
இந்நாளில் ஒரு நவீனமுறையால் அது தயாரிக்கப்படுகிறது. கடற்பூண்டை எரிக்காமல் ஸோடிய-இங்காலிகஜங்கொண்டு பாடலகையைப் பிரித்துவிடுகிறார்கள். அங்கு மீதிநிற்கும் பொருளினின்று சில பசைகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

ஒரு டன் கடற்பூண்டிலிருந்து 10 முதல் 12 பவுண்டு எடையுள்ள பாடலகத்தை இவ்விதம் அடையலாம்.

2. உலகத்தில் உபயோகிக்கப்படும் பாடலகத்தில் அதிக அளவு சிலிதேசத்திலிருந்தே வருகிறது. சிலி வெடியுப்பில் 0·2% பாடலகமிருக்கிறது. 'சிலி'-பாடலகத்திலிருந்து 5100 டன் பாடலகந் தயாரிக்கலாமென்று எண்ணுகிறார்கள். இப்பொழுது ஒரு வருஷத்தில் 1000 டன் பாடலகமே தயாரிக்கப்பட்டுவருகிறது. சிலி-வெடியுப்பில் ஸோடிய-பாக்கியமிகஜமும் (Sodium nitrate) ஸோடிய-ஹரிதகையும், ஸோடிய-கந்தகிகஜமும், ஸோடிய பாடலகிகஜமும் (Sodium iodate $NaIO_3$) அமைந்துள. மேலே குறிப்பிட்ட முதல் மூன்று உப்புக்களையும் பிரித்தபிறகு மீதி நின்றதாய்த் திரவத்துடன் போதுமான ஸோடிய-அப்ஜனக-கந்தசஜத்தையும் ($NaHSO_3$) நீரிட்ட கந்தகிகாமிலத்தையுஞ் சேர்த்துச் சூடுசெய்கிறார்கள். (ஒரு லீட்டர் தாய்திரவத்தில் 4·5 கி. ஸோடிய-பாடலகிகஜம் இருக்கும்.)


$$NaIO_3 + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HIO_3$$


$$6NaHSO_3 + 2HIO_3 \rightarrow 3Na_2SO_4 + 3H_2SO_4 + 2HI$$


$$HIO_3 + 5HI \rightarrow 3H_2O + 3I_2$$

மேற்கண்ட சமீகரணங்கள் விகாரத்தின் போக்கை விளக்குகின்றன. பாடலகிகாமிலம் HIO_3 (Iodic acid)

ஒரு வர்த்தனி. அப்ஜ-பாடலகிகாமிலம் HI (Hydriodic acid) ஒரு வீரிய க்ஷயகாரி. இவை இரண்டும் விகாரிக்காமல் விலயனத்திலிருக்கமுடியாது. அவை உடனே விகாரித்துத் தண்ணீராகவும் பாடலகமாகவும் மாறுகின்றன.

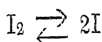
விலகிய பாடலகத்தைப் பிரித்தெடுத்துக் கட்டிகளாக அழுத்தி முன் குறிப்பிட்டபடி உரிய உத்பாதனயந்திரங்களிற் பதங்கமிட்டுச் சுத்திசெய்கிறார்கள். மேற்கண்டவாறு பலமுறை பதங்கமிடப்பட்ட பாடலகத்தை வெற்றிடத்தில் பதங்கித்து ரஸாயன-சுத்தமான பாடலகத்தைத் (Chemically pure iodine) தயாரிக்கலாம் (ஸ்டாஸ் முறை). அல்லது காற்றுப்பட தாம்ரச-பாடலகையை 240°ச உஷ்ணத்திற் சூடுசெய்தும் சுத்தமான பாடலகத்தைத் தயாரிக்கலாம்.



$$Cu_2I_2 + O_2 = 2CuO + I_2$$

பௌதிக குணங்கள் :—சாதாரண உஷ்ணநிலையிற் பாடலகம் கரு நீலநிறங்கொண்ட பளபளப்பான தகட்டு ஸ்படிகங்களாகக் காணப்படும். அதன் திண்மை 4·95; உருகு நிலை 114°; கொதிநிலை 184°. அதைச் சட்டென்று சூடுசெய்தால் உருகாமலே ஆவியாய்ப் பரிணமித்துத் திடஸ்திதிக்கு மாறும். உத்பதிக்கிற உஷ்ணநிலை குறைவாயிருந்தால் ஆவி சிவந்த பழுப்பு நிறமுள்ளதாகவும், உஷ்ணநிலை யதிகமாயிருந்தால் நீலநிறமுள்ளதாகவும், காற்றுடன் கலந்திருக்கச் செந்நீலமாகவும் காணப்படுகிறது. ஆவியின் திண்மை அதிகமாயிருப்பதால் சோதனைக் குழாயில் பாடலகத்தைச் சூடுசெய்தபின் குழாயை ஒரு வெள்ளைக் காகிதத்தின்மேல் கவிழ்க்க, ஆவி காகிதத்தில் வந்து விழுந்து படியும். பாடலகத்தை மெதுவாகச் சூடிட, அது உருகிக் கொதித்து ஆவியாகும். வாயுமண்டல அழுக்கநிலையில் 500°ச வரையிற் பாடலக ஆவி திண்மை சுமார் 127 ஆகவே இருப்பதால் அதன் அணு சங்கேதம் I_2. உஷ்ண மதிகப்பட, திண்மை குறைந்துகொண்டேபோகிறது. 1500°ச-ல்

திண்மை பாதியளவிற் காணப்படுவதால், அந்நிலையில் ஓர் அணுவில் ஒரு பரமாணுவேயிருக்கவேண்டும்.



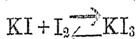
$$I_2 \rightleftarrows 2I$$

அதே உஷ்ண அளவில் இரக்த அணுக்களின் வியோகம் இதைவிடக் குறைவுபட்ட நிலையிலேயே இருக்கிறது.

கரைமானம் :—தண்ணீரில் அற்ப அளவிலேதான் அது கரையும்: விலயனத்தின் நிறம் பழுப்பு. நூறு கிராம் தண்ணீரில் 25°ச-ல் 0·034 கி. பாடலகம் கரையும். ஆனால் அது பொட்டாஸிய-பாடலகை விலயனத்திலும்,[1] சாராயத்திலும், ஈதரிலும் எளிதிற் கரைந்து சிவந்த பழுப்புநிறமுள்ள விலயனங்களையும், பென்ஸீன் (Benzene) க்ளோரோபாம் (Chloroform) கரி-கந்தகதிராவகம் இவைகளில் எளிதிற் கரைந்து கத்தரிப்பூ நிறமுள்ள விலயனங்களையும் தரும்.

பகிர்ந்து அமைதல் அல்லது பகுப்பு விதி :—[Law of Distribution or Law of Partition] பாதமுள்ள ஒரு சோதனைக் குழாயில் (Test-glass on foot) கரிகந்தகத் திராவகத்தை எடுத்து அதன்மேல் தண்ணீரை வார்த்து, அதன்மேல் ஈதரையும் (ஜாக்கிரதை) ஊற்று. மூன்று திரவங்களும் தனித்தனியே ஒன்றின்மேலொன்றாய் நிற்கும். பாடலகப் பொடியைச் சிறிதளவு குழாய்க்

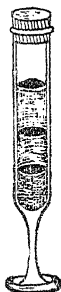
1. இவ்விலயனத்தில் பொட்டாஸிய-த்ரி-பாடலகை KI_3 (Potassium-triiodide) உண்டாவதாகக் கருதப்படுகிறது. அப்பொருளைக் கரும் ஸ்படிகங்களாகத் தயாரித்துள்ளனர். நீர் விலயனத்தில் அப்பொருள் ஓரணு பாடலகத்தை எளிதில் இழக்கும்.



$$KI + I_2 \rightleftarrows KI_3$$

ஆகையால் அவ்விலயனத்தைத் தனித்த பாடலக விலயனம் என்றே கனவிபாகச் சோதனைகளில் (Volumetric analysis) கருதுவது வழக்கம். அதிக வீரியமுள்ள பாடலக விலயனத்தை இம்முறையாலேயே தயாரிக்கமுடியும்.

குள் போட்டுக் கவனமாக அசைத்துவிட, பாடலகம் திராவணங்களில், அததனிடத்திலுள்ள கரைமானத்திற் கேற்றவாறு பிரிந்து கரைந்து நிற்கும். இப்பிரிந்து நிற்கும்



பகிர்ந்து-அமைதல்

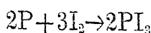
படம் 90

விகிதம் திராவணங்களைப் பொறுத்து நிற்கிறதேயொழிய, பாடலக எடையைப் பொறுத்து அல்ல. (ஹென்ரியின் நியாயத்தை ஒத்திருப்பதைக் கவனிக்க.)

ரஸாயன குணங்கள் :—பாடலகம், ஹரிதகத்தையும் இரக்தகத்தையும் ரஸாயன குணங்களில் ஒத்திருக்கின்றது. ஆனால் அவைகளிரண்டையும்விடப் பாடலகத்தின் வீரியஞ் சிறிது குறைவுபட்டதே. தோல், காகிதம், பல உலோகங்கள் இவைகளை, அது தொட்டு நிற்க, அரித்துவிடும். அது மஞ்சள் பாஸ்வரத்துடன் சேர்ந்து ஒளியுடன் விகாரிக்கும்.

(1) ஒரு செங்கல் துண்டிற் சில பாடலக ஸ்படிகங்களை யெடுத்து வைத்துக்கொண்டு ஒரு சிறிய மஞ்சள் பாஸ்வரத் துண்டைக் கண்ணாடிக்கோல் நுனியிலெடுத்துப் பாட

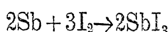
லகத்தைத் தொடவிட, இரண்டும் ஒன்றுசேர்ந்து எரிந்து பாஸ்வர-திரி-பாடலகையைத் (Phosphorus triiodide) தரும்.



$$2P+3I_2 \rightarrow 2PI_3$$

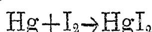
(2) ஒரு செங்கல் துண்டின்மேல் சூடான நாகப் பொடியையோ, அலுமீனியப் பொடியையோ எடுத்து, பாடலகத்துடன் கலந்து, மிச்ரத்தின்மேல் ஒரு சொட்டு ஜலத்தைவிட வீரியமுள்ள விகாரமேற்படும். உலோகத்தின் பாடலகை யுண்டாகும். சிவப்பு நிறமுள்ள பாடலக ஆவி மேலே கிளம்பும்.

(3) பாடலகை ஆவியுடன் அஞ்சனத்தூளை ஒரு ஜாடியிலெடுத்துக் குலுக்க, அஞ்சனம் எரிந்து அஞ்சன-த்ரி-பாடலகையாக மாறும்.



$$2Sb+3I_2 \rightarrow 2SbI_3$$

(4) சூடான இரஸத்தையும் பாடலகத்தையும் ஒன்று சேர்க்கச் சிவந்த இரசிக-பாடலகை (Mercuric Iodide) உண்டாகும்.

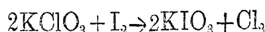


$$Hg+I_2 \rightarrow HgI_2$$

இவ்விகாரம் பாடலகம் அதிகமாயிருப்பின் நடைபெறும். பாடலகம் குறைவாகவும் இரஸம் அதிகமாகவும் இருப்பின், பசுமையான இரச-பாடலகை (Mercurous Iodide Hg_2I_2) உண்டாகும்.

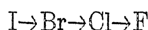
பாடலகம் சிரமத்துடனேதான் அப்ஜனகத்துடன் ஸம்யோகிக்கும். ஹரிதக இனங்களிலுள்ள அப்ஜனக ஸம்யோகத் திறமையைத் தராதரப்படுத்திப் பார்க்க, பாடலகத்தின் நேர்மைதான் குறைவாயிருக்கிறது. காசாதம் இருட்டிலும் குளிர்ந்த நிலையிலும் அதிவீரியமாக அப்ஜனகத்துடன் ஸம்யோகிக்கும். ஹரிதகம் சூரிய வெளிச்சத்திலோ அல்லது செயற்கை வெளிச்சத்திலோ அப்ஜனகத்துடன் அதிவீரியமாக ஸம்யோகிக்கும். இரக்தகம் ஸ்பர்சகர்த்தாவாகிய சூடுள்ள பிளாடினமிருக்குஞ் சமயத்தில்

அப்ஜனகத்துடன் ஸம்யோகிக்கும். வெகு நுண்ணிய பிளாடினப் பொடியின் ஸ்நேகங்கொண்டோ அல்லது புதிதாய்ச் சூடுசெய்யப்பட்ட கரித்துண்டுகளைத் தொட்டிருந்தோ அப்ஜனகத்துடன் பாடலகம் வெகு சிரமத்துடன் ஸம்யோகிக்கும். அப்ஜனகத்துடன் ஸம்யோகிக்குந் திறமை இவ்விதமிருக்க, பிராணவாயுவுடன் ஸம்யோகிக்குந் திறமை விபரீதமாக இருக்கிறது. காசாதம் பிராணவாயுவுடன் வெகு சிரமத்துடனும், பாடலகம் பிராணவாயுவுடன் எளிதிலும் ஸம்யோகித்துப் பிராணைகளைத் தருகின்றன. பிராணவாயு சேர்ந்த ஹரிதக, இரக்தகப் பொருள்களிலிருந்து பாடலகம் ஹரிதகத்தையும் இரக்தகத்தையும் முறையே விலக்கும்.



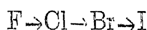
$$2KClO_3 + I_2 \rightarrow 2KIO_3 + Cl_2$$

பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜ (Potassium Chlorate $KClO_3$) விலயனத்தில் பாடலகத்தைச் சேர்த்துக் கொதிக்கவிட, ஹரிதகம் வெளிவரும்; பொட்டாஸிய-பாடலிகஜம் (Potassium Iodate KIO_3) உண்டாகி, விலயனத்திற் கரைந்து நிற்கும். அப்ஜனகத்துடன் ஸம்யோகத்திறமை அதிகமாகும்போக்கைக் கீழேயுள்ள அம்பு நுனிகள் காட்டுகின்றன.



$$I \rightarrow Br \rightarrow Cl \rightarrow F$$

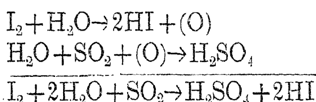
பிராணவாயுச் சம்பந்தமாக அது விபரீதமாயிருக்கிறது.



$$F \rightarrow Cl \rightarrow Br \rightarrow I$$

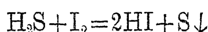
அப்ஜனகத்துடனே உலோகங்களுடனே சேர்ந்தவைகளிலிருந்து ஹரிதகம், இரக்தகம், பாடலகம் இவைகளைக் காசாதமும், இரக்தகம், பாடலகம் இவ்விரண்டையும் ஹரிதகமும், பாடலகத்தை இரக்தகமும் விலக்கும். இதற்கு விரோதமாகப் பிராணவாயு சேர்ந்த ஹரிதக இனப் பொருள்களிலிருந்து இரக்தகம், ஹரிதகம் என்னுமிரண்டைப் பாடலகமும், ஹரிதகத்தை இரக்தகமும் விலக்கும். இத்தன்மைகளையும் மேலே காட்டிய அம்பு நுனிகள் குறிக்கின்றன.

ஹரிதகத்தைப்போல் பாடலகமும் ஒரு வர்த்தனி. ஆனால் அதன் அப்ஜனக-ஸம்யோகத் திறமை குறைவுபட்டதால், அது ஒரு க்ஷபகாரியுடன் சம்பந்தப்பட்டிருந்தால் தான் ஒரு வர்த்தனியாக விளங்கும். பாடலக விலயனத்திற் கந்தக-த்விபிராணையைச் செலுத்த, பாடலகத்தின் நிறம் மாறி, நிறமற்ற விலயனமேற்படும்.



$$I_2+H_2O \rightarrow 2HI+(O)$$
$$H_2O+SO_2+(O) \rightarrow H_2SO_4$$
$$I_2+2H_2O+SO_2 \rightarrow H_2SO_4+2HI$$

பாடலக ஸ்படிகங்களைத் தண்ணீரிலெடுத்து அப்ஜனக-கந்தகையை அத்தண்ணீரிற் செலுத்த, பாடலகம் கரைந்து அப்ஜ-பாடலகிகாம்லமாகும், கந்தகம் அவபதிக்கும்.



$$H_2S+I_2=2HI+S\downarrow$$

(இரக்தகமும், ஹரிதகமும் அங்ஙனமே விகாரிப்பதைக் கவனிக்கவும். $Br_2+H_2S=2HBr+S$. $Cl_2+H_2S=2HCl+S$.)

பாடலகத்தின் இருப்பைக் காண, ஒரு அருமையான சோதனையிருக்கிறது. மிக அற்ப அளவிலிருப்பினும் அது பசைமா (Starch) விலயனத்துடன் சம்பந்தப்பட நீலநிறமுள்ள பொருள் உண்டாகிறது. ஒரு க.ச.மீ விலயனத்தில் 0·00000001 கி. பாடலகமேயிருந்தாலும் அதைப் பசைமா-விலயனத்தாற் சோதித்து நீல நிறமுண்டாவதாலறியலாம். நீல நிறமுண்டான விலயனத்தைச் சூடு செய்ய சுமார் 80°ச-ல் நிறம் மறையும். விலயனங் குளிர்ந்தவுடன் நீல நிறம் திரும்பித் தோன்றும். அமோனியாவை அதனுடன் சேர்க்க நிறம் நிலைபேறாய் மாறிவிடும். இங்குண்டாகும் நீலப்பொருளின் சங்கலனம் சந்தேகமாயிருப்பதால், அது ஒருண்மையான ரஸாயன-ஐக்கியப்பொருளில்லையென்றும் அது ஓர் 'உறிஞ்சு-சேர்க்கைப்பொருள்' (Absorption Compound) என்றும் பலரது துணிபு.

பாடலக விலயனத்தின் நிறம் ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜ விலயனத்தால் அழிபடும்.



$$2Na_2S_2O_3 + I_2 \rightarrow Na_2S_4O_6 + 2NaI$$

இவ்விகாரத்தைப்பற்றி முன்னமேயே குறித்துள்ளோம். ஆனால் ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜத்தையாவது, பாடலகத்தையாவது, நேரே நிறுத்துத் திட்ட விலயனத்தைச் செய்யமுடியாது. அவ்விலயனங்களின் பலங்களை எவ்விதம் அளவிடுவது என்பதைப்பற்றியும் முந்திய அத்தியாயத்திற் கூறியுள்ளோம்.

உதாரணம்:—பெரும்படியாய் $\frac{\text{வீ}}{10}$ பலத்தில் தயாரித்த பாடலக விலயனத்தின் பலத்தைச் சரியாய் அளவிட, நிதானமாய் $\frac{\text{வீ}}{10}$ பலமுள்ள ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜ விலயனமும், 1·012 $\frac{\text{வீ}}{10}$ பலமுள்ள பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜ விலயனமும் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. சோதனை செய்து அளவிடுக. சுமார் 2 கிராம் பொட்டாஸிய-பாடலகையைச் சுமார் 10 க.ச.மீ. தண்ணீரிற் கரைத்துப் பின், 10 க.ச.மீ. மேஜை-அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தால் அமிலித்து, 20 க.ச.மீ. பரமாங்கனிகஜ விலயனம் அத்துடன் சேர்க்கப்பட்டதாலேற்பட்ட பாடலகத்துடன், முற்றிலும் விகாரிக்க, பூரட்டிலிருந்து 19·8 க.ச.மீ. (சராசரி) ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜ விலயனந் தேவையென்று வைத்துக்கொள்வோம்.

1·012 $\frac{\text{வீ}}{10}$ பலமுள்ள 20 க.ச.மீ. = 20·24 க.ச.மீ. $\frac{\text{வீ}}{10}$ பலமுள்ள விலயனம்.

20·24 க.ச.மீ. $\frac{\text{வீ}}{10}$ விலயனத்துடன் முற்றிலும் விகாரித்த ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜ விலயனத்தின் அளவு = 19·8 க.ச.மீ.

ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜ விலயனத்தின் பலம்

$$= \frac{20 \cdot 24}{19 \cdot 8} = 1 \cdot 022 \frac{வி}{10}$$

கொடுக்கப்பட்ட பாடலக விலயனத்தையெடுத்துச் சோதித்ததில், 20 க.ச.மீ. பாடலக விலயனத்தை, 19·6 க.ச.மீ. (சராசரி) ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜ விலயனம் நிறமற்றதாகச் செய்தது என்று வைத்துக்கொள்வோம்.

$$20 \text{ க.ச.மீ. பாடலக விலயனம்} = 19 \cdot 6 \times 1 \cdot 022 \text{ க.ச.மீ}$$

$$= 20 \cdot 03 \text{ க.ச.மீ. } \frac{வி}{10}$$

(கந்தகோ-கந்தகிகஜ விலயனம்)

$$\therefore \text{ பாடலக விலயனத்தின் பலம்} = \frac{20 \cdot 03}{20}$$

$$= 1 \cdot 002 \frac{வி}{10}.$$

உபயோகங்கள் :—ஒரு வருஷத்தில் தயாரிக்கப் படும் 1000 டன் பாடலகத்தில் 990 டன் மருந்துச் சரக்கு களாகத் தயாரிக்கப்படுகின்றன—டிஞ்சர் அயோடின் (Tincture Iodine), அயடோபாம், பொட்டாஸிய-பாட லகை முதலியன. சேதன ரஸாயனப் பொருள்கள், சாயங் கள், புகைப்பட முறைகளுக்குரிய பாடலகஞ் சேர்ந்த பொருள்கள் முதலியவைகளைத் தயாரிப்பதிலும், ரஸாயன விச்லேஷண முறைகளிலும் பாடலகம் உபயோகிக்கப்படு கிறது. பொட்டாஸிய-பாடலகை ஓர் அபூர்வ கைகண்ட ஔஷதம். "மற்ற மருந்துகள் பிடிக்காவிட்டால் பொட்டா ஸிய-பாடலகையைக் கொடு" என்ற உபதேசத்தினுண் மையை வைத்தியர்களைக் கேட்டால் சொல்லுவார்கள்.

பரமாணுபாரம் :—இரஜத-பாடலகையை விபா கித்து அளந்ததில் பாடலகத்தின் பரமாணுபாரம் 126·79 லிருந்து 126·94 க்குள் உள்ளது என்று தெரியவருகிறது. அதை 126·932 என்று வைத்துக்கொள்ள ரஸாயன உல கம் சம்மதித்திருக்கிறது.

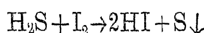
அப்ஜனக-பாடலகையும் (Hydrogen Iodide) அப்ஜ பாடலகிகாமிலமும் (Hydriodic acid)

அப்ஜனகஞ் சேர்ந்த பொருள்களைத் தயாரித்தலுக்குரிய நான்கு பொது முறைகளும் அப்ஜனக-பாடலகை சம்பந்தப்பட்டமட்டில் எவ்வளவு பொருந்துகின்றனவென்று பார்ப்போம்.

(1) நேர்ஸம்யோகம் :—அப்ஜனகத்தையும், பாடலக ஆவியையுஞ் சேர்த்து 450°ச உஷ்ண நிலைக்குச் சூடுசெய்யப்பட்ட பிளாடினித்தகல்நார்மேற் செலுத்த, அப்ஜனக-பாடலகை உண்டாகும். இது ஒரு விபரீத விகாரம். அப்ஜனகம், பாடலகம், அப்ஜனக-பாடலகை என்பவற்றுக்குள் ஒரு சாமியஸ்திதி ஏற்படும். $H_2 + I_2 \rightleftarrows 2HI$.

(2) அப்ஜனகத்தைச் சூடான இரஜத-பாடலகை மேற்செலுத்த, சிறிதளவு அப்ஜனக-பாடலகை யுண்டாகும்.

(3) பாடலகத்தைத் தண்ணீரிற் போட்டு, அப்ஜனக-கந்தகையைச் செலுத்த, பாடலகங் கரைந்து அப்ஜ-பாடலகிகாமில விலயனமாக மாறும்; கந்தகம் அவபதிக்கும்.



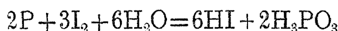
$$H_2S + I_2 \rightarrow 2HI + S\downarrow$$

கந்தகத்தை வடிகட்டி எடுத்துவிட்டு, வடிதிரவத்தைச் சூடுசெய்து, அப்ஜனக-கந்தகையை வெளியேற்றி அப்ஜ-பாடலகிகாமில விலயனத்தை அடையலாம்.

(4) பொட்டாஸிய பாடலகையைக் கந்தகிகாமிலத்துடன் சூடுசெய்ய, பாடலகமே வெளிவருகிறதென்று கண்டோம். இது சரியான முறையல்ல. நீரிட்ட கந்தகிகாமிலத்தையுபயோகித்தும் அதைத் தயாரிக்கமுடியாது. பாடலகையைப் பாஸ்வரிகாமிலங்கொண்டு விகாரிக்க, அப்ஜனக-பாடலகை (வாயுவாகையால்) வெளிவருகிறது.

சுத்தமான நிலையில் அதைத் தயாரிக்க, அப்ஜனக-இரக்தகையைத் தயாரிக்க உபயோகப்படுத்திய உபகர

ணத்தை ஜோடித்து (படம் 88) சிவப்பு பாஸ்வரத்தையும் பாடலகத்தையும் உருண்டைக் கூஜாவிலெடுத்து, அதன் மேல் தண்ணீரைச் சொட்டவிட, விகாரம் ஆரம்பித்து அப்ஜனக-பாடலகை வெளிவரும். விகாரத்திலேற்படும் உஷ்ணத்தாற் பாடலகமும் வெளிவரும். அவ்வாறு வெளிவரும் வாயுமிச்ரத்தை ‘U’ குழாயிலுள்ள பாஸ்வரம் பூசிய கண்ணாடி மணிகளின் வழியே செலுத்தினால், பாடலகம் பாஸ்வரத்துடன் சேர்ந்துவிட, சுத்தமான அப்ஜனக-பாடலகையே விடுகுழாய் வழியாய் வெளிவரும். இதிலிருக்கும் ஈரத்தை வாங்கக் கால்ஸிய-ஹரிதகையையாவது, பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணையையாவது உபயோகிக்கலாம். பாதரஸத்திற்குமேல் இவ்வாயுவைச் சேகரிக்க முடியாது. ஏனென்றால் பாதரஸம் இவ்வாயுவுடன் விகாரிக்கும். ஆகையால், காற்றை மேல்நோக்கிவிலக்குமுறையாற் சேகரிக்கவேண்டும்.



$$2P + 3I_2 + 6H_2O = 6HI + 2H_3PO_3$$

இவ்விகாரத்தில், பாஸ்வோனிய - பாடலகையும் (Phosphonium Iodide) சிறிதளவு உண்டாகும்.

பௌதிக குணங்கள் :—அப்ஜனக-பாடலகை நிறமற்ற, காரமணமுள்ள கனமான வாயு. அது காற்றிற்பட, ஈரத்துடன் சேர்ந்து புகையும். அதை அமோனியா கொண்டு சோதிக்க, அமோனிய-பாடலகை யுண்டாவதால், அடர்ந்த வெளுத்த புகையுண்டாகும். 0°ச-ல் 4 வாயு மண்டல அமுக்க நிலையில் அதை நிறமற்ற திரவமாக மாற்றலாம். 760 ஸ.மீ. அமுக்க நிலையில், திரவத்தின் கொதிநிலை—35·7°ச ; நிறமற்ற திடவஸ்துவின் உருகுநிலை = —50·8°ச. இது தண்ணீரில் வெகு சுலபமாகக் கரையும். 10°ச-ல் ஒருபங்கு தண்ணீரில் 425 பங்கு பருமன் வாயு கரைந்து பலமான அமிலத்தைக் கொடுக்கும்.

இவ்விலயனத்தை அப்ஜ-பாடலகிகாமிலம் என்று சொல்லுவோம். இதைக் காய்ச்சி வடித்தால், இதன்

இனத்தார்களைப்போலவே (HCl, HBr) திட்ட-கொதிநிலை மிச்ரமாக ஆகிறது. இம்மிச்ரத்தில் 57·7% அப்ஜனக-பாடலகையிருக்கும். 760 ஸ-மீ அமுக்கநிலையில் இதன் கொதிநிலை 127°ச. அப்ஜனக-பாடலகை (வாயு ஸ்திதியில்) உஷ்ணமுட்கொண்ட சேர்க்கைப் பொருள்.

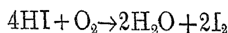


$$H_2 + I_2 \rightarrow 2HI - 2 \times 6100 \text{ தா.}$$

இவ்வாயுதண்ணீரில் கரைய அதிக உஷ்ணம் வெளிப்படுகிறது. விலயன உஷ்ணம் = + 19200 தா.

ரஸாயன குணங்கள் :—ஈரமற்ற இப்பொருள் மந்தமானதே. ஆனால் இது கரைந்த விலயனம், பலமான அமிலம். இவ்வமிலம் பல உலோகங்களுடனும், அவைகளின் பிராணைகள், அப்ஜ-பிராணைகள், இங்காலிகஜங்கள் இவைகளுடனும விகாரித்துப் பாடலகைகளைக் கொடுக்கும். பாடலகைகள் தம்மினத்தைச் சேர்ந்த ஹரிதகைகள் இரக்தகைகள்போல் குணம்பொருந்தியவை.

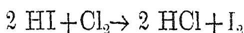
அப்ஜனக-பாடலகைக்கும் அதைச்சேர்ந்த அப்ஜனக-ஹரிதகை, அப்ஜனக-இரக்தகை, இவைகளுக்குமுள்ள வித்தியாசம் என்னவென்றால், இம்மூன்று பொருள்களுக்குள் அப்ஜனக-பாடலகையே எளிதில் விபாகிக்கக்கூடியது. காய்ச்சி வடித்தவுடன் அப்ஜ-பாடலகிகாமிலம் நிறமற்றதாயிருப்பினும், நேரஞ் செல்லச் செல்லப் பாடலகம் வெளிவருவதால் விலயனம் சிவந்துகொண்டேவரும். காற்றிலுள்ள பிராணவாயுவுடன் சேர்ந்து இவ்விதம் விகாரிக்கிறது.



$$4HI + O_2 \rightarrow 2H_2O + 2I_2$$

ஹரிதகமும் இரக்தகமும் பாடலகத்தைப் பாடலகைகளிலிருந்து விலக்குமென்று முன்பே அறிந்துள்ளோம். ஒரு வாயு ஜாடியில் ஹரிதகத்தையும், மற்றொன்றில் அப்ஜனக பாடலகையையும் தயாரித்து, ஜாடிகளின் வாய்கள் இணைந்திருக்கும்படி அமைத்து, நடுவேயிருக்கும் கண்ணாடித்தட்டை யெடுத்துவிட, இரண்டு வாயுக்களும் ஒன்று

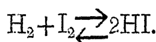
சேர்ந்து பாடலகத்தை வெளிவிடும். இரண்டு ஜாடிகளிலும் பார்ப்பதற்கினிமையான கத்தரிப்பூ வர்ணம் தோன்றும்.



$$2\,HI + Cl_2 \rightarrow 2\,HCl + I_2$$

அப்ஜனக-பாடலகையும் அதன் விலயனமும், முதல் தரமான க்ஷயகாரிகள். சேதன-ரஸாயன க்ஷயீகரண முறைகளில் அவைகள் அதிகமாய் உபயோகிக்கப்படுகின்றன.

அப்ஜனக-பாடலகையுள்ள ஜாடியில் ஒரு சூடான பிளாடினக் கம்பியைத் தாழ்த்த, அப்ஜனக-பாடலகை வியோகித்துப் பாடலகத்தை வெளிவிடும். சூடான பிளாடினம், முன்பு ஸம்யோகத்திற்கு முதவியாயிருந்தது என்று பார்த்தோம். சூடு அதிகரித்தால் வியோகமும் அதிகரிக்கும். இவ்விரண்டு விகாரங்களையுஞ் சமீகரிணித்துக் காட்டுவோம்.



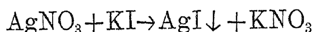
$$H_2 + I_2 \rightleftarrows 2HI.$$

இவ்விஷயத்தைப்பற்றி விபரமாய் அடுத்த அத்தியாயத்தில் விசாரிப்போம்.

அப்ஜனக-பாடலகையின் சங்கலனத்தை அப்ஜனக-ஹரிதகையின் சங்கலனத்தை அளவிட்டறிந்ததுபோல் ஸோடிய-இரஸக் கலவையை அவ்வாயுவுடன் விகாரிக்கச் செய்து அளவிடலாம். அதன் அணுசங்கேதம் HI.

பாடலகைகள் :—ஹரிதகைகள், இரக்தகைகள் இவைகளைத் தயாரிப்பதுபோலவே, பாடலகைகளையுந் தயாரிக்கலாம். ஹரிதகைகளைப்போலவும் இரக்தகைகளைப் போலவும் பாடலகைகள் அவ்வளவு சுலபமாக ஆவியாக மாறாது (Less volatile). அநேகம் பாடலகைகள் நிறம் பொருந்தியவை. உதாரணம்: ஸீஸ-பாடலகை மஞ்சள் நிறமுள்ளது. இரச-பாடலகை பச்சை சேர்ந்த மஞ்சள் நிறமுடையது. இரசிக-பாடலகை நல்ல சிவப்பு நிறமுடையது. இரஜத-பாடலகை மஞ்சள் நிறமுடையது.

சோதனைக் குழாயில் இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்துடன் பொட்டாஸிய-பாடலகை விலயனத்தைச் சேர். உடனே மஞ்சள் நிறமுள்ள இரஜத-பாடலகையாகிய அவபதிதம் உண்டாகும். இது அமோனியா விலயனத்தில் கரையாது.



$$AgNO_3 + KI \rightarrow AgI \downarrow + KNO_3$$

(2) ஸீஸ-பாக்கியமிகஜ விலயனத்துடன் பொட்டாஸிய-பாடலகையைச் சேர்க்கப் பொன்மஞ்சள் நிறமுள்ள ஸீஸ-பாடலகை அவபதிக்கும்.



$$Pb(NO_3)_2 + 2KI \rightarrow PbI_2 \downarrow + 2KNO_3$$

ஸீஸ-பாடலகையை, அதிகத் தண்ணீருடன் சேர்த்துக் கொதிக்கவிட்டால் அது கரைந்து நிறமற்ற விலயனத்தைக் கொடுக்கும். விலயனங் குளிர, ஸீஸ-பாடலகை அழகிய மஞ்சள் நிறமுள்ள கஞ்சத் தகடுகள்போல் அவபதிக்கும். பாடலகையைக் கண்டுபிடிக்க இது ஒரு நல்ல சோதனை.

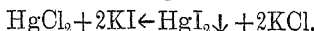
(3) இரச-பாக்கியமிகஜ விலயனத்துடன், பொட்டாஸிய-பாடலகை விலயனஞ்சேர, பச்சை சேர்ந்த மஞ்சள் நிறமுள்ள இரச-பாடலகை அவபதிக்கும்.



$$Hg_2(NO_3)_2 + 2KI \rightarrow Hg_2I_2 \downarrow + 2KNO_3$$

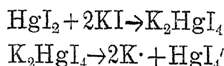
Hg_2I_2 ஒரு நிலையுள்ள பொருளல்ல.

(4) இரசிக-ஹரிதகை விலயனத்துடன் பொட்டாஸிய-பாடலகை விலயனஞ் சேர, நல்ல சிவப்பு நிறமுள்ள இரசிக-பாடலகை அவபதிக்கும்.



$$HgCl_2 + 2KI \leftarrow HgI_2 \downarrow + 2KCl.$$

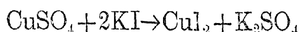
இந்த அவபதிதம் அதிகப் பொட்டாஸிய-பாடலகை விலயனத்திற் கரைந்து நிறமற்ற விலயனத்தைக் கொடுக்கும்.



$$HgI_2 + 2KI \rightarrow K_2HgI_4$$
$$K_2HgI_4 \rightarrow 2K^{\cdot} + HgI_4''$$

இவ்விகாரத்திலுண்டான பொட்டாஸிய-இரசிக பாடலகை (Potassium mercuriciodide) ஓர் அமிலஜச் சேர்க்கை. உலோகமாகிய இரஸம் ருண மின்னணுவில் இருப்பதைக் கவனிக்க.

(5) துத்த விலயனத்துடன் பொட்டாஸீய-பாடலகை விலயனஞ்சேர, தாம்ரிக-பாடலகை (Cupric iodide) உண்டாகுமென்று எதிர்பார்ப்போம்.



$$CuSO_4 + 2KI \rightarrow CuI_2 + K_2SO_4$$

இந்தத் தாம்ரிக-பாடலகை CuI_2, நிலையற்ற பொருளாதலால் உடனே வியோகித்துத் தாம்ரச-பாடலகையாகவும் (Cuprous iodide) பாடலகமாகவும் மாறும்.



$$2CuI_2 \rightarrow Cu_2I_2 \downarrow + I_2$$

தாம்ரச-பாடலகையின் நிறம் வெளுப்பென்று சொல்லலாம். அது தண்ணீரிற் கரையாது.



$$2CuSO_4 + 4KI \rightarrow Cu_2I_2 + I_2 + 2K_2SO_4$$

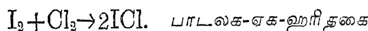
இச்சமீகரணத்தின் பயனாக விலயனத்திலுள்ள தாமிரத்தின் அளவைக் கண்டுபிடிக்கலாம். தாமிர விலயனத்தைத் தெரிந்தளவில் எடுத்து,[1] பொட்டாஸிய-பாடலகையை வேண்டியதற்குமேல் அதிக அளவிலேயே சேர்த்து, வெளிவந்த பாடலகத்தைப் பசைமாவை ஸூசகியாகக் கொண்டு, திட்டபலமுள்ள ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜ விலயனத்தால் அளவிடலாம். இவ்விகாரத்தில் ஒரு பரமாணு அதாவது ஒரு சமான எடை பாடலகம் ஒரு பரமாணு தாமிரத்துக்கும் ஒரு அணுபார தாம்ரிக-கந்தகிகஜத்திற்கும் சமமாகவிருக்கிறது. பாடலக-நிர்ணய முறையில்

[1] விலயனத்தில் அமிலம் தனித்திருக்கக்கூடாது. நடுநிலை பொருந்தியதாயிருக்கவேண்டும். சாராயிகாமிலம் இருந்தால் பிழை ஏற்படாது. இந்த விவரங்களுக்கு உரிய புஸ்தகங்களைப் பார்க்கவும்.

தாமிரத்தின் சமான எடை $= 63 \cdot 55$.

தாம்ரிக கந்தகிகஜத்தின் சமான எடை $=$ அதன் அணுபாரம் $= 249 \cdot 4$. $(CuSO_4 5H_2O.)$

[பாடலகம் மற்ற ஹரிதக இனங்களுடன் சேர்ந்து சில சேர்க்கைப்பொருள்களைக் கொடுக்கும்:



$I_2 + Cl_2 \rightarrow 2ICl$. பாடலக-ஏக-ஹரிதகை

அதன் உருகு நிலை $= 27^\circ$ச

அது நீர்வியோகமடையக்கூடியது. IBr என்ற சங்கேதமுடைய பொருளொன்றுண்டு.

பாடலக-த்ரி-ஹரிதகையுமுண்டு ICl_3. அது எலுமிச்சம்பழ-மஞ்சள் நிறங்கொண்ட ஸ்படிகத் திடப் பொருள்.

பாடலக-பஞ்ச-காசாதை IF_5 என்பது ஒருநிலையுள்ள திரவப்பொருள். அதன் உருகுநிலை — 8°ச; கொதி நிலை 97°ச. IF, என்ற சங்கேதமுடைய பொருளொன்றிருப்பதாகவுந் தெரியவருகிறது.]

காசாதம் (Fluorine).

சின்னம் F. பரமாணுபாரம் 19·00

சரித்திரம்:— "ப்ளோரைட்" அல்லது "ப்ளோர் ஸ்பார்" (Fluorite or Fluorspar) என்ற கனிஜம் பல இடங்களில் அகப்படுகிறது. அதை நாம் 'இளக்குங்கல்' அல்லது 'பெருக்குங்கல்' என்போம். உலோகங்கள் தயாரிக்கும் முறைகளில் அதைப் பெருக்கும்பொருளாக (Flux) வெகுகாலத்திலிருந்து உபயோகித்து வந்திருக்கிறார்கள். தாது (ore)விலிருக்கும் மண்ணுடன் சேர்ந்து, எளிதில் உருகி மலினமாக (slag) மாறி, உலோகத்தினின்றும் பிரிந்து மிதந்து வெளியே ஓடிவருந்தன்மையுடைய பொருளே "பெருக்கும் பொருளாம்." அதற்கு ஆங்

கிலத்தில், "ப்ளோரைட்" (Fluo=ஓடுகிறேன்) என்று பெயரிட்டார்கள். "ப்ளோரைட்டை"க் கந்தகிகாமிலத்துடன் சேர்த்துச் சூடு செய்யுஞ் சமயத்தில் வெளிவரும் புகை (HF) கண்ணாடியை அரித்துவிடுமென்பதை, ஸ்வான்க் கார்ட் (Schwan-khard) என்பவர் 1670-ம் வருஷமே அறிந்தார். அக்குணத்தை ஒட்டியே அரித்தலுக்குக் காரணமாயிருக்கும் மூலப் பொருளுக்கு "காசாதம்" என்று நாம் பெயரிட்டிருக்கிறோம். (காச =கண்ணாடி—அதம்=தின்னல்). அது எப்பொருளையும் அரித்துவிடுவதால் அதற்கு "அரியம்" என்ற பெயரையும் இடலாம். 1771-ம் வருஷத்தில் ஷீலே என்பவர், 'ப்ளோரைட்' ஒரு புதுவிதமான அமிலத்திலிருந்து உண்டான கால்ஸிய உப்பு என்று எண்ணினர். வங்கத்தால் ஒரு வாலையைத் தயாரித்து, ப்ளோரைட்டையும் கந்தகிகாமிலத்தையுஞ் சேர்த்துச் சூடுசெய்து, அவ்வமிலத்தையுந் தயார்செய்தார். கே-லூஸாக் என்பவர், ஈரமற்ற அமிலத்தைத் தயாரித்து, அது "ப்ளோரியம்" என்ற பொருளின் பிராணியாக இருக்கவேண்டுமென்று கருதினர். டேவி என்பவர் இவ்வமிலத்தின் குணங்களைப் பரீக்ஷித்தறிந்து, இது அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தைப்போலிருக்கின்றது என்பதை நிரூபித்து, அது காசாதமும் (ப்ளோரினும்) அப்ஜனகமும் ஸம்யோகித்த பொருளாயிருக்கவேண்டுமென்று அநுமானித்தார். அமிலவிலயனத்தை மின்சாரித்துக் "காசாதத்தை"ப் பிரித்து எடுக்க டேவி முயன்றார். அது வீண் முயற்சியாக முடிந்தது. உருகிய பொட்டாஸிய-காசாதையையும் (KF) இரஜத காசாதையையும் (AgF) மின்சாரித்துப் பார்த்ததில் மின்வியோகம் ஏற்படவில்லை. ப்ளோரைட்டாற் செய்த பாத்திரத்தில் இரஜத-காசாதையையும், இரசிக-காசாதையையும் ஹரிதகங்கொண்டு தாக்கியும், காசாதம் வெளிவரவில்லை. இரஜத-காசாதையைப் பாடலகத்துடன் சேர்த்துச் சூடு செய்துபார்த்தார்கள். யுரேனிய-பஞ்ச-காசாதையை UF_5

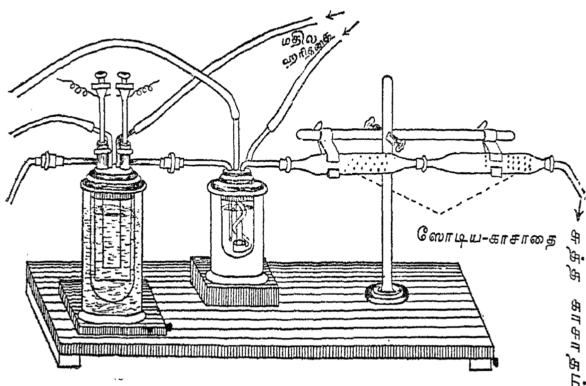
பிராணவாயுவிற் கூடுசெய்தார்கள். ஒன்றும் பலிக்கவில்லை. இன்னும், சிரமம், செலவு ஒன்றையும் பார்க்காமல், விடாமுயற்சியுடன் பிரான்ஸ்தேசத்து ரஸாயன நிபுணரான மாய்ஸான் (Moissan) என்பவர் அநேக முறைகளைக் கொண்டு செய்துபார்த்தும் தோல்வியையே அடைந்தார். டேவியைப்போல், அவர் அப்ஜ-காசாதிகாமில விலயனத்தை (Solution of hydrofluoric acid) மின்சாரித்துப்பார்த்ததில், தனதுருவத்தில் ஓஸோனித்த பிராணவாயுவே வெளிவந்தது. காசாதம் மிக வீரியமுள்ள பொருளாகையால் அது தோன்றியவுடன் தண்ணீருடன் விகாரித்துவிடுவதே இதற்குக் காரணம். உறைமிச்ரத்தால் சூழப்பட்ட, நீரற்ற அப்ஜ-காசாதிகாமிலத்தை (anhydrous hydrofluoric acid) மின்சாரித்துப்பார்த்தார். அப்பொருள் மின்சார ஓட்டத்திற்குத் தடையாய் நின்றது. ஆனால் "முயற்சியுடையார் இகழ்ச்சி அடையார்" என்ற பழமொழி பொய்யாகுமா? மேற்கண்ட தடையை நீக்க அவருக்கு ஒரு சூழ்ச்சி புலன்பட்டது. மேற்குறிப்பிட்ட நீரற்ற-அப்ஜ-காசாதிகாமிலத்தில் பொட்டாஸிய-அப்ஜனக-காசாதையைக் (KHF_2) கரைத்து அவ்விலயனத்தை உபயோகிக்க, மின்சார ஓட்டம் அதன் வழியே சென்றதையும் தனதுருவத்தில் ஆவலுடன் எதிர்பார்த்திருந்த பொருள் வெளுத்த மஞ்சள்நிறமுள்ள வாயுவாகத் தோன்றியதையுங் கண்டுகளித்தார். கடைசியில் 1886-ம் வருஷத்தில் அவர் இந்த அற்புதமான வித்தையையும், தற்கால ரஸாயன சாஸ்திரத்தில் மிகக் கடினமான காரியத்தையுஞ் செய்தே முடித்தார். காசாதம் (Fluorine) என்ற தனிப்பொருள் அவரால் உலகில் பிறப்பிக்கப்பட்டது. அவருடைய வெற்றி, ஒரு நீண்ட, ஆபத்தான அதிகச் செலவுள்ள ஆராய்ச்சி-சோதனையின் முடிவேயாம். அவருடைய சிரமத்திற்காகவும் புத்திதீவரத்திற்காகவும் ரஸாயன சோதனைகளிலடைந்த தேர்ச்சிக்காகவும் 1906-ம் வருஷம் அவரை மெச்சி அவருக்கு நோபல் வெகுமானத்தை

(Nobel prize) அளித்தார்கள். அவர் தயாரித்த முறையைச் சற்றுப் பின்னால் விவரிப்போம்.

சம்பவம் :—அது மிக வீரியமுள்ள ரஸாயனப் பொருளாகையால் தனித்த நிலையில் இயற்கையில் அகப்படுவதில்லை. அதைத் தனித்துத் தயாரிப்பதும் நிரம்பச் சிரமமான காரியமென்று அதன் சரித்திரம் விளக்குகிறது. அது சேர்ந்த முக்கிய கனிஜங்களாவன :—(1) ப்ளோரைட் அல்லது பெருக்குங்கல் CaF_2. இக் கல் பல இடங்களில் கிடைக்கிறது. டார்பிஷயரிலும் (Derbyshire), மெக்ஸிகோவிலும் (Mexico) அதிக அளவில் கிடைக்கிறது. இந்தியாவில் ராஜபுதனம், பர்மா முதலிய இடங்களில் சிறிதளவே கிடைக்கிறது. சுமார் 1500 டன் வரை இக் கல் ஒவ்வோராண்டும் இந்தியாவில் இறக்குமதியாகிறது. (2) க்ரயோலைட் $AlF_3\ 3NaF$ (Cryolite) அல்லது 'பனிக் கட்டிக்கல்' (Icestone) என்ற அமிலஜத்வயம். இக்கல் அதிகமாக க்ரீன்லாந்தில் (Greenland) அகப்படுகிறது. ப்ளோர் அப்படைட் $CaF_2\ 3Ca_3(PO_4)_2$ (Fluor-apatite) ஓரபூர்வ தாது. வெகு அற்ப அளவில் கால்ஸிய-காசாதை, செடிகொடிகளாற் பூமியிலிருந்து இழுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. அது, தாவர உணவுப் பொருள்களின் மூலமே மனிதனுடையவும், மற்றப் பிராணிகளுடையவுமான எலும்புகளுக்கும், பற்களுக்கும் போகிறது. பற்சிப்பியில் (Enamel of teeth) 0·3% காசாதம் அமைந்துள்ளது.

தயாரிக்கும் முறைகள் :—முதன் முதலில் மாய்ஸான் அனுஷ்டித்த முறை :—பிளாடினம், இரிடியம் (இரண்டும், அபூர்வ விலையுயர்ந்த உலோகங்கள்) இவ்விரண்டுஞ் சேர்ந்த உலோகக்கலவைகொண்டு தயார் செய்த உபகரணத்தை உபயோகித்து, $-23°$ச-ல் மின்வியோக முறையால் அவர் காசாதத்தைத் தயாரித்தார். 160 க.ச.மீ. அளவுள்ள

பிளாடின-இறிடியக் கலவையாற் செய்யப்பட்ட 'U' குழாயில், 20 கி. பொட்டாஸிய-அப்ஜனக-காசாதையை, 100 கி. நீரற்ற அப்ஜ-காசாதிகாமிலத்திற் கரைத்து, அவ் விலயனத்தை எடுத்து 'U' குழாயைப் ப்ளோரைட்டாற் செய்யப்பட்ட அடைப்பான்களாலடைத்து, அந்த 'U' குழாயை மற்றொரு பாத்திரத்தில் வைத்து, குழாயைச்



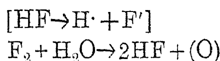
காசாதத்தைத் தயாரிக்க மாய்ஸான் உபயோகித்த உபகரணம்.

படம் 91

சுற்றியுள்ள சுருள் குழாயின் வழியே மிதில ஹரிதகையைச் (Methyl chloride) செலுத்தி —23°ச உஷ்ண நிலைக்குக் குளிரவைத்து, அடைப்பான்களிலுள்ள பிளாடின-இறிடிய மின்துருவங்களை மின்சார ஆசயத்துடன் இணைத்து, மின் சாரத்தைச் செலுத்த, காசாதம் தனமின்துருவத்தில் தோன்றியது. இவ்விதந் தயாரிக்குங்கால் வெளிவரும் வாயுவை, ஒரு பிளாடினச் சுருள் குழாயின் வழியே செலுத்த, சுருள் மிதில ஹரிதகையாற் குளிர்விக்கப்பட்டிருப்பதால், குழாயினுள் அப்ஜனக-காசாதை (Hydrogen fluoride) திரவமாகத் தங்கிவிடும். அதைத் தப்பி வெளி வரக்கூடிய அப்ஜனக-காசாதையைப் பக்கத்திலிருக்குங்

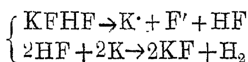
குழாயிலுள்ள ஸோடிய-காசாதை (Sodium fluoride) முற்றிலும் உறிஞ்சிவிடும். (படத்தைப் பார்). கடைசியாக வெளிவரும் வாயு, சுத்தமான காசாதமாகவே இருக்கும். இதை ப்ளோரைட் அடைப்பானுள்ள பிளாடினக் குழாய்களில் சேகரிக்கலாம்.

இந்த அசாத்திய நிலையுள்ள உலோகக் கலவைகளுக்குப் பதிலாக, தாமிரம் அல்லது மாக்னீஸியம் கொண்டு உபகரணத்தைத் தயாரிக்கலாமென்று பின்னால் மாய்ஸானுக்கே வெளியாயிற்று. முதலிலுண்டாகும் உலோகக் காசாதை படிந்து ஒரு ரக்ஷணைப்பூச்சாக அமைகிறது. தாமிரப் பாத்திரத்தையே ருணதுருவமாகவும் கரிக்குச்சியைத் தனதுருவமாகவும் அமைத்து, உபகரணத்தில் உருகிய ஸோடிய-அப்ஜனக-காசாதையை ($NaHF_2$) எடுத்து, 250°ச-க்குச் சூடுசெய்து, மின்சாரத்தை அதன் வழியே செலுத்த, விகாரமேற்பட்டுக் காசாதம் வெளிவரும். அப்ஜனக-காசாதை விலயனத்தில் மின்சாரத்தைச் செலுத்த ஏன் காசாதம் பிரிந்து வெளிப்படவில்லை?



$$[HF \rightarrow H^{\cdot} + F']$$
$$F_2 + H_2O \rightarrow 2HF + (O)$$

வெளிவரும் காசாதம் அக்கணமே தண்ணீருடன் விகாரித்து, அதிலுள்ள அப்ஜனகத்தைப் பிராணவாயுவிடமிருந்து பிடுங்கி ஸம்யோகித்துவிடுகிறது. ஆகையால் விகாரத்தில் அப்ஜனகமும் ஓஸோனுடன் சேர்ந்த பிராணவாயுவுமே வெளிவரும். ஈரமற்ற அப்ஜனக-காசாதைத் திரவமோ மின்சாரத்தை வஹித்துச்செல்லச் சக்தி அற்றது. பொட்டாஸிய-அப்ஜனக-காசாதையில் மின்சாரத்தைச் செலுத்தும்பொழுது உண்டாகும் வியோகத்திலும், அப்ஜனகம் ருணதுருவத்திலும், காசாதம் தனதுருவத்திலும் தோன்றி வெளியேறும்.



$$\begin{cases} KFHF \rightarrow K^{\cdot} + F' + HF \\ 2HF + 2K \rightarrow 2KF + H_2 \end{cases}$$

பௌதிக குணங்கள் :—காசாதம் ஒரு வெளுத்த மஞ்சள் நிறமுள்ள வாயு. அதன் மணம் அதிகக் காரம் பொருந்தியது. அதன் ஆவி திண்மை சுமார் 19. அணு சங்கேதம் F_2 மாய்ஸானும், டீவாரும் அதை —187°ச கொதிநிலை உள்ளதும் பிரகாச மஞ்சள் நிறமுள்ளதுமான திரவமாகச் செய்திருக்கிறார்கள் (1897). இன்னும் குளிரச்செய்ய அது மஞ்சள் நிறங்கொண்ட திடப்பொருளாக மாறும். அதன் உருகுநிலை-233°ச. இன்னும் அதை —252°ச-க்குக் குளிரச்செய்ய, நிறமற்ற பொருளாகும்.

ரஸாயன குணங்கள் :—காசாத-திரவம் கண்ணாடியுடன் விகாரிக்காது. மேலும் காசாதவாயுவைத் தயாரித்தபிறகு, அதைக் கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் வைத்து வைக்கலாம். 100°ச-க்குக் கீழே, அது அந்த ஸ்திதியில் கண்ணாடியை அதிகமாகத் தாக்குவதில்லை. சூனிய சமூகத்திலுள்ள ஸௌரம் முதலிய தனிப்பொருள்கள், பாக்கியஜனகம், ஹரிதகம் இவைகளைத்தவிர மற்ற எல்லாத் தனிப்பொருள்களுடன் அது விகாரிக்கும். இச்சம்யோகங்களில், வெடிப்புகள் உண்டாகலாம். இருட்டிலும், சாதாரண உஷ்ண நிலையிலும் அது அப்ஜனகத்துடன் ஸம்யோகிக்கும்பொழுது வெடி உண்டாகும்.—210°ச-லும் அப்ஜனகத்துடன் சேர்ந்து அது சுடர்விட்டெரியும். அதில் கந்தகம், பாஸ்வரம், பாடலகம் என்பவை உருகிப் பிறகு எரியும். பாஷாணம், அஞ்சனம், பொறனம் என்பவை அதில் ஜ்வலிக்கும். அதில் சிலகஸ்படிகங்கள் (Silicon Crystals) ஒளிவீசி எரியும். கரியும், நுண்துளிகளாயிருப்பின், அதில் பற்றியெரியும். பிராணவாயுவுடன் அது நேரே ஸம்யோகிப்பதில்லை.

சாதாரண உஷ்ண நிலையிலேயே அநேக உலோகங்கள் அதனுடன் எளிதிற் சேர்ந்து விகாரிக்கும். சூட்டில் அவை அதில் பற்றி எரியும். தங்கமும், பிளாடினமுந்தான் நிரம்பக் குறைந்த அளவிற் பாதிக்கப்

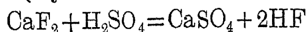
படுகின்றன. அவை, ஹரிதகத்தாற் பாதிக்கப்படுவதை விடக் குறைவாகவே பாதிக்கப்படுகின்றன. அது தாமிரத்தின் மேற்பட்டவுடன், ஒரு மெல்லிய தாமிரக்காசாதைப் படலமுண்டாகி, தாமிரம் பின்னும் தாக்கப்படாமல், அப்படலம் காத்துக்கொள்ளும். ஆனதுபற்றியே தாமிரத்தாற் செய்யப்பட்ட உபகரணங்களை அதைத் தயாரிக்க உபயோகிக்கலாம் என்று முன் குறிப்பிட்டோம். அது அப்ஜனக-ஹரிதகை, ஸோடிய-ஹரிதகை, இங்காலசதுர்-ஹரிதகை என்னும் இவைகளிலிருந்து ஹரிதகத்தை விலக்கி, ஹரிதகமிருந்த இடத்திற்போய் அமரும். இரு தனிப்பொருள் கூடிய சேர்க்கைப் பொருள்களிலிருந்து, ஹரிதக இனங்களையும், கந்தகத்தையும், பாஸ்வரத்தையும் விலக்க அது வல்லமை வாய்ந்தது. அது தண்ணீருடன் உக்கிரமாக விகாரித்து, அப்ஜனகத்துடன் ஸம்யோகித்து, பிராணவாயுவை வெளியேற்றும். இப்பிராணவாயுவில் ஓஸோனை 12% வரையிற் காணலாம். சாராயம், ஈதர், கர்ப்பூரத்தைலம் முதலிய பல சேதனப் பொருள்கள் அதில் பற்றியெரிந்து விபாகிக்கும். உயிர்ப்பிராணிகளின் தோல்கள், அது பட்டவுடன் வெந்துபோய்விடும். புண் எளிதில் ஆறுவதுமில்லை. காசாதம் காற்றில் வெளிவர, நீராவியுடன் சேர்ந்து புகையும்.

ஸோடிய-காசாதையை ஸோடிய-கந்தகிகஜமாக மாற்றியும், ஸோடிய-காசாதையின்மேல் ஈரமற்ற அப்ஜனக-ஹரிதகையைச் செலுத்தி ஸோடிய-ஹரிதகையாக மாற்றியும் இன்னும் வேறுபல முறைகளாலும் காசாதத்தின் பரமாணுபாரம் கணக்கிடப்பட்டிருக்கிறது. அதன் பரமாணு பாரம் 19·00 என்று கொள்ளப்படுகிறது.

அப்ஜனக-காசாதை (Hydrogen Fluoride)

அப்ஜனக-ஹரிதகையைத் தயாரித்த முறைகளால் அப்ஜனக-காசாதையையுந் தயாரிக்கலாம். சாதாரண உஷ்ண நிலையிலேயே அப்ஜனகமும் காசாதமும் வீரியத்

துடன் ஐக்கியமாகி அப்ஜனக-காசாதையைக் கொடுக்கும். அதைக் கீழ்க்கண்டவாறே தயாரிப்பது வழக்கம். கண்ணாடியை அது தின்றுவிடுவதால், பிளாடினத்தாலோ, வெள்ளியாலோ காரீயத்தாலோ செய்த உபகரணத்திற் கால்ஸிய-காசாதையையும், சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தையுஞ் சேர்த்துச் சூடுசெய்ய, அப்ஜனக-காசாதை புகைவடிவமாய் வெளிவரும். அதைத் தண்ணீரிற் கரைக்க, அப்ஜ-காசாதிகாமிலம் (Hydrofluoric acid) உண்டாகும்.



$$CaF_2+H_2SO_4=CaSO_4+2HF$$

தொழில் முறைகளில் வார்ப்பு இரும்பாற் செய்யப்பட்ட உபகரணத்தை உபயோகிக்கிறார்கள். சாதாரணமாய் இந்த அமில விலயனத்தில் அப்ஜ-காசாதோ-சிலகிகாமிலம் (Hydrofluo-silicic acid) சிறிதளவில் தோன்றும். ஏனென்றால் கால்ஸிய-காசாதையுடன் சேர்ந்திருந்த சிலக-பிராணியுடன் அப்ஜனக-காசாதை விகாரித்து, இந்நூதனமான அமிலத்தைக் கொடுக்கும். இதைப் பிரித்தெடுக்க, பொட்டாஸிய - அப்ஜ - பிராணியைச் சேர்க்கவேண்டும். அப்படிச் செய்வதினால் பொட்டாஸிய அமிலஜம் அவபதித்துவிடும். வடிகட்டி மறுபடியும் காய்ச்சி வடித்து, சுத்தி செய்யலாம். இவ்விதந் தயாரித்த அமில விலயனத்தை, காரீயம், மெழுகு (paraffin) ரப்பர் இவற்றுள் ஒன்றாற் செய்யப்பட்ட சீசாக்களில் ஊற்றிவைக்கவேண்டும். கண்ணாடி சீசாவிலும், உலோகத்தாலாக்கப்பட்ட சீசாவிலும் வைக்கக்கூடாது. ஏனென்றால் அவைகள் அவ்வமிலத்திற் கரைந்துவிடும்.

ஈரமற்ற அப்ஜனக-காசாதை வேண்டுமெனில், பொட்டாஸிய-அப்ஜனக-காசாதையை (KHF_2) பிளாடினத்தாற் செய்த வாலையந்திரங்கொண்டு காய்ச்சி வடிக்கவேண்டும். கனிகரணியையும், கிரஹணி பாத்திரத்தையும் பனிக்கட்டித் தண்ணீர்கொண்டு குளிர்விக்க, கிரஹணி பாத்திரத்தில் அப்ஜனக-காசாதை திரவமாய் இறங்கும்.



$$KHF_2=KF+HF$$

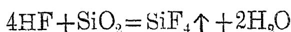
பௌதிக குணங்கள் :—சாதாரண உஷ்ண நிலையிற் சுத்தமான அப்ஜனக-காசாதை நிறமற்ற வாயு. அது காற்றிலுள்ள நீராவியுடன் சம்பந்தப்பட, அதிகமாய்ப் புகையும். அதைக் குளிர்வித்து எளிதில் திரவமாக்கலாம். திரவத்தின் கொதிநிலை 19·5°ச. அதை—102°ச-க்குக் குளிர்விக்க, நிறமற்ற திடப்பொருளாக மாறும். அதன் ஆவி வெகு கார மணமுடையது. அதை முகர்ந்துவிட்டால், அது வாய் மூக்கிலுள்ள சளிச்சவ்வுகளைத் தின்றுவிடும். 1840-ம் வருஷத்தில் நாக்ஸ் என்பவர் அதை முகர்ந்ததால் தனது குரலை இழந்தார். அது ஒரு கொடிய விஷம். 1869-ம் வருஷத்தில் நிக்கல்ஸ் என்பவர் வாயுவைத் தற்செயலாய் முகர்ந்துவிட மாண்டார். இன்னும் அநேகர் அதற்குப் பலியாகியிருக்கின்றனர். அதைக் கையாளுவதில் அநேக ஆபத்துகள் உண்டு. அது தோலிற்பட, ஆறாப் புண் உண்டாகும். அப்ஜனக-காசாதை தண்ணீரில் எளிதிற் கரையும். திரவ அப்ஜனக-காசாதைக்கும் தண்ணீருக்குமுள்ள நாட்டம் மிக அதிகம். இதைத் தண்ணீரில் வார்த்தால் பழுக்கக்காய்ச்சிய இரும்புத்துண்டை தண்ணீரிலிட்டதுபோல் சிணுங்கும். 36% அப்ஜனக-காசாதை கொண்ட விலயனமே "திட்ட கொதிநிலை மிச்ரம்." அவ்விலயனத்தின் கொதிநிலை 120°ச.

88°ச-ல் அதன் ஆவி திண்மை சுமார் 10. ஆகையால் அதன் அணுபாரம் 20. இந்நிலையில் அதன் அணுசங்கேதம் HF. ஆனால் உஷ்ணங் குறையக்குறைய ஆவி திண்மை அதிகரித்துக்கொண்டே போகிறது. 26·4°ச-ல் அதன் ஆவி திண்மை 25·6. அணுபாரம் 51·2 இதன் காரணம் யாது? உஷ்ணம் குறையக்குறைய, HF அணுக்கள் ஒன்றோடொன்று சேர்ந்து $(HF)_x$ அணுக்களாக அடங்கி அமையவேண்டும். X என்பது ஒரு சிறு முழு எண்ணைக் குறிக்கிறது. அணு H_2F_2 ஆக இருக்க, அணுபாரம் 40 ஆக இருக்கவேண்டும். 26°ல் அணுபாரம் 40-க்கு மேலிருப்பதால் அணு அமைப்பு இன்னும் அதிகச் சிக்கலாக

இருக்கவேண்டும். இவ்விதமாகப் பல அணுக்கள் கூடி ஒரு சேர்க்கை அணுவாக மாறும் விகாரத்திற்கு ஆங்கிலத்தில் "பாலிமரைஸேஷன்" (Polymerisation) என்று பெயர். இதற்கு அணுச்சேர்க்கை விகாரம் என்று நாம் பெயரிடுவோம். கோர் (Gore) என்பவர் 100 பருமஅப்ஜனகம் 100 பருமகாசாதத்துடன் சேர்ந்து, 200 பரும அப்ஜனக-காசாதை உண்டாவதைக் கவனித்தார். மாய்ஸான் ஈரமற்ற அப்ஜனக-காசாதை திரவத்தை மின்சாரிக்க (மின்சாரஞ் செல்லும்பொருட்டு அதில் சிறிதளவு பொட்டாஸிய-அப்ஜனக-காசாதை கரைக்கப்பட்டது) அப்ஜனகமும் காசாதமும் ஒரே பருமனளவில் வரக்கண்டார். ஆகையால், அதன் சுலப சங்கேதம் HF. ஆனால் அதன் அணுபாரம் உஷ்ணநிலைக்குத் தகுந்தாற்போல் மாறுவதால், அணுசங்கேதமும் மாறும். HF, H_2F_2, H_3F_3 . . . . ஆக உஷ்ணத்திற்கேற்றவாறு அமைந்திருக்கும். சாதாரண உஷ்ணநிலையில் எல்லாவித அணுச்சேர்க்கைகளும் ஒரு திட்ட சாமியஸ்திதியில் இருக்கும்.

ரஸாயன குணங்கள் :—ஈரமேயில்லாத அப்ஜனக—காசாதை திரவத்தில் அமிலகுணமே கிடையாது. அது கண்ணாடியையும் உலோகங்களையும் சாதாரண உஷ்ணநிலையில் தாக்குவதில்லை. தண்ணீரிற் கரைந்ததால் ஏற்பட்ட விலயனமே அமிலகுணம் பொருந்தியது. இவ்வித்தியாசத்தைக் கவனி. (திரவ HCl அக்குணம் பொருந்தியதுதான்). விலயனத்தில் உலோகங்கள் கரைந்து, அப்ஜனகத்தை விலக்கிக் காசாதைகளாக மாறும். காசாதைகளின் சங்கேதங்கள் ஹரிதகைகளின் சங்கேதங்களை ஒத்திருக்கின்றன. அப்ஜ-காசாதிகாமிலம் மற்ற ஹரிதக-இனங்களுக்குரிய அமிலங்களைப்போல் (HCl, HBr, HI) அவ்வளவு பலமுள்ள அமிலமில்லை. அதாவது விலயனத்தில் அது சிறிதளவேதான் மின்னணுக்களாகப் பிரியும். ஆனால் சேதனப் பொருள்களுடன் அது மற்றவைகளைவிட வீரியமாய் விகாரிக்கும். அப்ஜ-காசாதிகாமிலத்தின் முக்கிய குணமென்ன

வென்றால், அது கண்ணாடியைக் கரைத்துவிடும்; கல்லை யுங் கரைக்கும். அதிற் கரையாத பொருளுமுண்டோ? ஆகையால், கண்ணாடிகளிலும், மற்ற உலோகத் தகடுகளி லும் சித்திரம் முதலியவைகள் செதுக்க (Etching) அது நிரம்ப உபயோகப்படுகிறது. சித்திரஞ் செதுக்கவேண்டிய கண்ணாடியையெடுத்து, அதன்மேல் உருகிய மெழுகைத் தடவி, உலர்ந்த மெழுகின்மேல் ஒரு கூர்மையான ஆயுதங் கொண்டு வேண்டிய சித்திரத்தையோ, கோடுகளையோ, எழுத்துக்களையோ வரையவும். பின்பு மெழுகிடப்பட்ட பக்கத்தை அப்ஜனக-காசாதை ஆவிபடும்படி சிறிதுநேரங் காட்டி, மெழுகை உருக்கி எடுத்துவிட்டு, கண்ணாடியைப் பார்க்க, முன் வரைந்ததெல்லாம் அதிற் செதுக்கப்பட்டி ருக்கும். இச்செதுக்கம் சற்று மங்கலாகவும் ஒளி ஊடுருவா ததாகவுமிருக்கும். மெழுகிட்டு முன்போல் வரைந்தபின் அவ்விடங்களில் அமில விலயனத்தை ஒரு சிறு குஞ்சிகை யால் (Brush) பூசி, சிறிதுநேரங் கழித்து, முன்போல் மெழுகை உருக்கி எடுத்துவிட, செதுக்கல் பளபளப்பாக வும் ஒளி ஊடுருவக்கூடியதாகவுமிருக்கும். மேற்கண்ட சோதனைகளில், கர்ப்பூரத்தைலங்கொண்டு மெழுகைத் துடைத்தெடுத்துவிடுவது நலம். கண்ணாடியைக் கரைப்ப தன் காரணம் என்ன? கண்ணாடி சிலகஞ் சேர்ந்த பொருள். அப்ஜனக-காசாதை சிலக-பிராணையுடன் சேர்ந்து விகா ரித்துச் சிலக-சதுர்-காசாதை ஆவியாய் வெளியேறு கிறது.



$$4HF + SiO_2 = SiF_4 \uparrow + 2H_2O$$

கண்ணாடி அளவுகோல்களிலும் மற்ற அளவு பாத்திரங்களி லும் இவ்வமிலத்தினுதவிகொண்டே அளவு கோடுகள் செதுக்கப்படுகின்றன. அது பூதிநாசனி (Antiseptic) யாக உபயோகப்படுகிறது. பல பொருள்கள் புளிப்பதற் குக் காரணமாகிய (ferment) காட்டு-ஈஸ்டு (wild-yeasts) முதலியவைகளை அது கொன்றுவிடும். ஸோடிய-நாக-காசாதையை மரக்கட்டைகளைக் கெட்டுப்போகாமற் காப்

பதற்கு உபயோகிக்கின்றனர். சில சாயமிடும் வேலைகளி லும், நுரைப்பானவடிவேலையிலும் (brewing), வார்ப்புகளி னின்று மணலை நீக்குவதிலும் அது பயன்படுகிறது.

காசாதைகள் (Fluorides):—உலோகங்கள், அவை களின் பிராணைகள், இங்காலிகஜங்கள் என்ற இவைகள் அப்ஜ-காசாதிகாமிலத்துடன் சேர்ந்து விகாரிக்க, காசாதை களுண்டாகும். அநேகமாக எல்லாக் காசாதைகளும் தண் ணீரிற் கரைவன. இனகுணங்களிலிருந்து காசாதத்தின் சில குணங்கள் வேறுபட்டவை. உதாரணம்:—(1) இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்துடன் ஸோடிய-காசாதை விலயனத்தைச் சேர்க்க, எவ்வித அவபதிதமும் உண்டாவ தில்லை. இரஜத-காசாதை எளிதிற் கரையும் பொருள். (இரஜத ஹரிதகை, இரக்தகை, பாடலகை கரையாப் பொருள்கள்.) தண்ணீரிற் கரைந்துண்டான விலயனம் க்ஷாரத்தன்மை பொருந்தியது. (2) இரஜத-காசாதை நீர்ப்பொருளாக ஸ்படிகரிக்கும். $AgFH_2O, AgF2H_2O$. (3) கால்ஸிய, ஸ்ட்ரான்ஷிய, பேரிய ஹரிதகைகளும், இரக் தகைகளும், பாடலகைகளும் தண்ணீரிற் கரைவன. ஆனல் கால்ஸிய, ஸ்ட்ரான்ஷிய, பேரிய காசாதைகள் தண்ணீரில் வெகு குறைந்த அளவிலேதான் கரையும். அவைகள் கரையாப் பொருள்களென்றே சொல்லலாம். (4) காசா தைகள் அப்ஜனக-காசாதையுடன் சேர்ந்து அமிலகாசாதை களைத் தருகின்றன. உ-ம். KFHF[1]. மற்ற லவணஜனகை கள் (halides) அமில உப்புக்களாவதில்லை.

காசாதைகள் ஒன்ருெடொன்று சேர்ந்து அமிலஜத் வயங்களைத்தரும். உ-ம். $3NaF, AlF_3$. இது பூமியில் அகப் படுகிறது. சீனிக்காரம், அலுமீனியம், அலுமீனிய உப்புக் கள், அப்ஜ-காசாதிகாமிலம், காசாதைகள் முதலியவை களைச்செய்ய அது உபயோகப்படுகிறது. அதை உலோ

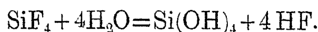
[1] KFHF என்ற சங்கேதத்தையுடைய உப்பை ப்ரெமி-உப்பு (Fremy's Salt) என்றுஞ் சொல்வதுண்டு.

கங்கள் தயாரிக்கும் முறைகளிலே பெருக்கும் பொருளாகவும் (Flux) உபயோகிக்கிறார்கள்.

காசாதைகளைக் காட்டுஞ் சோதனைகள் :—

(1) எந்தக் காசாதையையும் சிறிதளவு மணலுடனும் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடனும் சேர்த்துச் சூடு செய்ய வெள்ளைப் புகை வெளியேறும். கண்ணாடி-சோதனைக்குழாய் சிலகஞ்சேர்ந்த பொருளாகையால் காசாதையுடன் மணலைச் சேர்க்கவேண்டியதில்லை. வெளிவரும் வெள்ளைப் புகையில் ஈரமான கண்ணாடிக்கோலின் நுனியிலுள்ள நீர்த்துளியைக் காட்டவும். ஈரமுள்ள கண்ணாடி மங்கும். நீர்த்துளியும் மங்கி இறுகும்.

காசாதை கந்தகிகாமிலத்துடன் விகாரிக்க அப்ஜனக-காசாதை விளையும். $CaF_2+H_2SO_4=CaSO_4+2\,HF$. இவ்வப்ஜனக-காசாதை சிலக-பிராணையுடன் விகாரித்து சிலக-சதுர்-காசாதையாகும். $SiO_2+4\,HF=SiF_4+2H_2O$. சிலக-சதுர்-காசாதை ஓர் அலோக-லவணஜனகையாகையால் நீர்வியோகமடையக்கூடியது. அது கண்ணாடிக்கோலின் நுனியிலுள்ள தண்ணீருடன் விகாரித்துக் கோழை போன்ற சிலகிகாமிலமாகும்.



$$SiF_4+4H_2O=Si(OH)_4+4\,HF.$$



$$Si(OH)_4=H_2SiO_3+H_2O$$

இந்த ரஸாயன விகாரங்களே மேற்குறிப்பிட்ட நீர் மங்கி இறுகும் நிகழ்ச்சிக்குக் காரணம்.

(2) காசாதை விலயனத்துடன் இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்தைச் சேர்க்க அவபதிதமே உண்டாகாது.

(3) காசாதை விலயனத்துடன் கால்ஸிய-ஹரிதகை விலயனத்தைச் சேர்க்கக் கால்ஸிய-காசாதை வெண்மை அவபதிதமாக வெளிவரும். இவ்வவபதிதம் சாராயிகாமிலத்திற் கரையாது.

[காசாதைகளின் பிரமாணத்தைச் சோதித்தறிதல்:— திட்ட பலந்தெரிந்த அயிக-ஹரிதகை விலயனத்தைக் காசாதை விலயனத்திற் சேர்க்க, இரும்புசேர்ந்த காசாதை-த்வயம் அவபதிக்கும் ($FeF_3 3NaF$). விகாரமுடிவை அறிய அமோனிய-கந்தகோ-காலகிகஜ விலயனத்தை ஸூசிகியாக உபயோகிக்கலாம்.]

ஹரிதக இனங்களில், காசாதத்தின் சில விசேஷ மாறுபட்ட குணங்களை அடியிற்கண்ட சுருக்கமான திரட்டில் காண்க.

(1) காசாதத்தைத் தயாரிப்பது ஒரு வித்தையே. உப்பீனிகளைத் தயாரிப்பதற்குரிய சாதாரண முறைகளாவன i. மின்வியோகம்.

ii. லவணஜனகைகளைக் கந்தகிகாமிலத்துடனும் மாங்கனஜ-த்விபிராணை போன்ற வர்த்தினியுடனுஞ் சேர்த்துச் சூடுசெய்தல்.

iii. உயர்நிலையிலுள்ள லவணஜனகைகளைச் சூடு செய்தல். இம்முறை ஒன்றாலும் காசாதம் தயாரிக்கப்பட முடியாது. மாங்கனஜ-த்வி-பிராணை அப்ஜனக-காசாதையைக் காசாதமாக மாற்றமுடியாது.

(2) அதன் அப்ஜனகத்துடன் ஸம்யோகிக்குந் தன்மை வெகு அதிகம். திடஸ்திதியிலுள்ள காசாதம் —253°ச-ல் திரவஸ்திதியிலுள்ள அப்ஜனகத்துடன் ஸம்யோகிக்கும்.

(3) சாதாரண உஷ்ணநிலையிலேயே அது தண்ணீரைப் பிரித்து, ஓஸோன் சேர்ந்த பிராணவாயுவை விலக்கும்.

(4) தாமிரம், இரஜதம், கண்ணாடி, கல் என்ற இவைகள் அப்ஜ-காசாதிகாமிலத்திற் கரையும்.

(5) ஹரிதக இனத்து, ஈரமற்ற அப்ஜனக-லவணஜனகைகளின் கொதிநிலை $HI = 35 \cdot 5°$ச; $HBr = -67 \cdot 1°$ச;

HCl = $-83{\cdot}4^\circ$ச. ஆகையால் HFன் கொதி நிலை—$83{\cdot}4^\circ$க்குக் கீழேதானிருக்கவேண்டும். ஆனால் அதன் கொதி நிலை $+19{\cdot}5^\circ$ச.

(6) தண்ணீரிற் கரைந்து, HCl, HBr, HI என்ற இம்மூன்றும் அநேகமாய் முற்றிலும் மின்னணுக்களாகப் பிரிகின்றன. (Ionise almost completely). ஆனால் HF விலயனத்தில் குறைந்த அளவிலேயே மின்னணுக்களாகப் பிரியும். ஆகையால் இவ்வமிலத்தின் பலம் குறைவானதே. சில க்ஷார உலோகங்களின் காசாதை விலயனங்கள் க்ஷாரத்தன்மை பொருந்தியதாகக் காணப்படுகின்றன. மற்ற லவணஜனகைகளின் விலயனங்கள் நடுநிலை பொருந்தியவை.

(7) அப்ஜ-காசாதிகாமிலம் த்வி-க்ஷாரத்வமான அமிலமாகவும் நடிப்பது கவனிக்கத்தகுந்தது. ஆனால் அதனினத்தைச் சேர்ந்தவை ஏகக்ஷாரத்வமான அமிலங்களே. H_2F_2 என்ற சங்கேதத்தையுடைய அணுக்கள் நிலையுள்ளனவாயிருப்பதே இதற்குக் காரணம்போலும்.

(8) இரஜத உப்புக்களின் கரைமானம்.

	காசாதை	ஹரிதகை	இரக்தகை	பாடலகை
1 லீட்டர் தண்ணீரில்	1818 கி.	0·0016 கி.	0·000084	0·0000028 கி.
1 லீட்டர் 5% அமோனியா திராவகத்தில்	—	2·3 கி.	0·114 கி.	—
1 லீட்டர் 10% அமோனியா திராவகத்தில்	—	78·4 கி.	3·6 கி.	0·035 கி.

(9) நூறு கிராம் தண்ணீரிற் கால்ஸிய உப்புக்களின் கரைமானம்.

CaF_2	$CaCl_2$	$CaBr_2$	CaI_2
0·002கி	42·7கி	58·8கி.	67·6கி

(10) காசாதைகள் அப்ஜ-காசாதிகாமிலத்துடன் சேர்ந்து அமில உப்புகளைத் தரும் (உ-ம்.) KFHF.

(11) அதிபாடல வெளிச்சத்தின் கிரணங்கள் பலவாறுக அப்ஜனக-லவணஜனகைகளை வியோகிக்கும்; ஆனுல் அப்ஜனக-காசாதையில் அவை ஒரு விகாரத்தையுஞ் செய்வதில்லை.

(12) மற்ற ஹரிதக இனங்கள் வெவ்வேறு ஸம்யோக சாமர்த்தியங்களைக் காட்டுவதுபோல் காசாதம் அவ்வளவு காட்டுவதில்லை.

[இன்னும் நேராக ஹரிதக இனங்களின் தாரதர குணங்களைச் சோதித்தறிய, ஸோடிய அல்லது பொட்டாஸிய காசாதை, ஹரிதகை, இரக்தகை, பாடலகை என்ற இவைகளை எடுத்து, தனித்தனியே பின்வரும் பிரதிகாரகங்களை ஒன்றன்பின் ஒன்ருக முறையே சேர்த்துப் பிரதிக்கிரியைகளில் தோன்றுவதைக் கவனித்து, ஒரு அட்டவணையில் வகுப்புவாரியாகக் குறி. (1) சுண்டின கந்தகிகாமிலம், அவசியமிருந்தாற் சூடுசெய். (2) சுண்டின கந்தகிகாமிலமும் மாங்கனஜ-துவி-பிராணையும். (3) இரஜத-பாக்கியமிகஜம். (4) ஸீஸ-சாராயிகஜம். (5) கால்ஸிய-ஹரிதகை (6) இரச-பாக்கியமிகஜம். (7) இரசிக-ஹரிதகை. (8) தாம்ரிக-கந்தகிகஜம். (9) ஹரிதகத் தண்ணீர். (3), (4), (5), (6), (7), (8) என்பன பிரதிகாரகங்களின் விலயனங்களைக் குறிப்பதாகும்.]

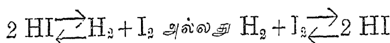
அத்தியாயம் 24

ரஸாயன-சாமிய-ஸ்திதியும் உஷ்ண-வியோக விசேஷமும்

(Chemical Equilibrium and Thermal Dissociation)

அப்ஜனகத்தையும் பாடலகத்தையும் சமான எடைகளில் ஒரு கண்ணுடிக் குழாயிலெடுத்து, கண்ணுடிக் குழாயின் வாயை உருக்கி மூடிவிட்டு, உபகரணத்தைக் கொதிக்கிற கந்தகத்தில் (445° ச. சூட்டில்)—வேறு மாறுபாடு உண்டாகாத நிலைவரையில் சூடுசெய்து, பிறகு, குழாயிலுள்ள வஸ்துக்களைச் சோதித்து அளவிட, 79% அப்ஜனக-பாடலகையையும் 21% அப்ஜனக-பாடலக மிச்ரத்தையும் காணலாம். அதாவது மிச்ரத்தின் 79% அளவே ஸம்யோகிக்கிறது. ஒரு கண்ணுடிக் குழாயில் அப்ஜனக-பாடலகையை எடுத்து, குழாயின் வாயை உருக்கி மூடிவிட்டு, முன்போலக் கொதிக்கிற கந்தகத்தில் சூடுசெய்ய, 21% வாயு அப்ஜனகமாகவும் பாடலகமாகவும் விபாகிக்கிறது. உஷ்ண நிலையை மாற்றுமல் எவ்வளவுநேரஞ் சூடு செய்தாலும் மேற்சொல்லிய சங்கலனத்தில் மாறுபாடு ஏற்படாது. ஒரு திட்ட உஷ்ண நிலையில், தண்ணீர் திட்டமான நீராவியுடன் சாமிய-ஸ்திதியிலிருப்பதுபோல், திட்ட உஷ்ண நிலையில், அப்ஜனகம், பாடலகம், அப்ஜனக-பாடலகை என்னும் இம்மூன்றும் ஒரு-விகிதத்திலமைந்திருக்க, சாமிய ஸ்திதி ஏற்படுகிறதென்று விளங்குகிறது. தண்ணீருக்கும் நீராவிக்குமுள்ள சாமிய ஸ்திதியை "பௌதிக சாமிய ஸ்திதி" (Physical Equilibrium) என்றும், அப்ஜனகம், பாடலகம், அப்ஜனக-பாடலகை என்னும் இம்மூன்றுக்கும் உள்ள அந்த ஸ்திதியை "ரஸாயன சாமிய ஸ்திதி" (Chemical Equilibrium) என்றும் சொல்லுவது வழக்

கம். இந்த சாமிய ஸ்திதியைச் சுருக்கமாக ஒரு சமீகரணத்தால் காட்டலாம்.

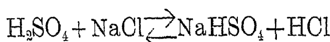


$$2\,HI \rightleftarrows H_2 + I_2 \text{ அல்லது } H_2 + I_2 \rightleftarrows 2\,HI$$

இதன் அர்த்தத்தை முன்பே விவரித்திருக்கிறோம். திட்டமான ஒரு உஷ்ண அமுக்க நிலையில் சாமிய-ஸ்திதி திட்டமான நிலையை அடைகிறது. அந்த ஸ்திதியை அடைந்தவுடன், விகாரம் அம்பு முனைகள் காட்டும் விதம் முன்னும் பின்னும் ஒரே அளவில் நடந்துகொண்டே இருக்கும். விகாரமே நின்றுவிடுகிறது என்று வைத்துக் கொள்ளக்கூடாது. இரண்டு எதிர்வித விகாரங்கள் ஒரே விகிதத்தில் நடப்பதால், விகாரமொன்றும் நடக்காமல் நின்றுவிட்டதுபோல் தோன்றுகிறது.

ரஸாயன சாமிய ஸ்திதியைப் பாதிக்கும் நிலைகள்

(1) ரஸாயன விகாரத்திற்குரிய எல்லாப் பிரதிகாரகங்களும் சேர்ந்திருந்தால்தான் சாமிய ஸ்திதி அடையப்படும். ஏனென்றால், விகாரத்திலுள்ள ஏதேனும் ஒரு பொருள் விலகுமேயானால் பின்-விகாரமேற்படாதல்லவா ?

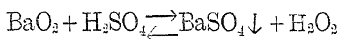


$$H_2SO_4 + NaCl \rightleftarrows NaHSO_4 + HCl$$

இவ்விகாரத்தில், சாமிய ஸ்திதி அடையப்பட்டது என்று வைத்துக்கொள்வோம். பிரதிகாரகங்களின் ஸமூகத்தைச் சூடுசெய்ய HCl விலகி வெளியேறுகிறது. அது $NaHSO_4$-ஐத் தாக்கி, பின்-விகாரத்தைச் செய்யாது. ஆகையால் முன்-விகாரமே முற்றிலும் நடக்கிறது. ஸோடிய-ஹரிதகையினின்று அப்ஜனக-ஹரிதகையைக் கந்தகிகாமிலம் விலக்குகிறதென்றும், கந்தகிகாமிலம் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தைவிடப் பலமுள்ளதாகையாலேயே, இவ்விதம் விலக்குகிறதென்றும் நாம் நினைக்கக்கூடாது. அமிலங்களின் தாரதர பலங்களைப்பற்றி மின்னணு சங்கல்ப-அத்தியாயத்தில் விவகரித்ததில், அப்ஜ-ஹரிதகிகா

மிலமே, கந்தகிகாமிலத்தைவிடப் பலமுள்ளது என்று கண்டோம்.

அதேவிதமாகத் தர்க்கித்துக்கொண்டுபோய், பேரிய-பர-பிராணையுடன்



$$BaO_2 + H_2SO_4 \rightleftarrows BaSO_4 \downarrow + H_2O_2$$

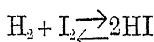
கந்தகிகாமிலம் சேர்ந்து விகாரிக்க, ஏன் முன்-விகாரமே முற்றிலுஞ் செல்லுகிறதென்பதற்கு நியாயங் கூறலாம். பேரிய-கந்தகிகஜும் கரையாப்பொருளாகையால் அவபதித்து, விகாரத்தில் தலையிட்டுக்கொள்ள முடியாத நிலையிலிருக்கிறது. அது விகாரமண்டலத்திலிருந்தும் இல்லாததுபோலாகிறது.

பிரதிகாரகங்களின் அடர்த்தி, சாமிய ஸ்திதியைப் பாதிக்கும் அளவு. பிண்ட-கர்மநியாயம் (பிண்ட சேஷ்டை நியாயம்)

(Influence of concentration of reacting substances on equilibrium. Law of Mass Action.)

(2) சாமிய ஸ்திதியைப் பாதிக்கும் விஷயத்தில் அடுத்தபடி கவனிக்கவேண்டியது, விகார மண்டலத்திலுள்ள பிரதிகாரகங்களின் தாரதார எடைகளே.

முன்பு குறித்த, அப்ஜனக-பாடலக விகாரத்தை இரண்டு பங்கு பாடலகத்தை எடுத்து மற்றவைகளின் அளவையும் பொதுப் பருமனையும் மாற்றாது திருப்பிச் செய்வோம். இச்சமயம், 79%-க்குப் பதிலாக 93% அப்ஜனகம் பாடலகத்துடன் சேர்ந்து, அப்ஜனக-பாடலகையாகச் சாமிய ஸ்திதியில் மாறுகிறது. அதாவது



$$H_2 + I_2 \rightleftarrows 2HI$$

என்னும் விகார மண்டலத்திலுள்ள பாடலக அடர்த்தியை அதிகரிக்க, மேல்-அம்பு நுனி காட்டும் வழியில் சாமிய-

ஸ்திதி நகருகிறது. பாடலகத்திற்குப் பதிலாக அப்ஜன கத்தை அதே விகிதத்தில் அதிகரித்தாலும், சாமிய ஸ்திதி பேதமும் அவ்விகிதத்திலேயே நகரும்.

சலன கொள்கையிலிருந்து விளங்குவது என்னவென்றால், விகார மண்டலத்தில் அப்ஜனகத்தையாவது பாடல கத்தையாவது அதிகப்படுத்த, மேலம்பு நுனிகாட்டும் ஸம்யோகத்தில் விகாரம் செல்லும் வேகமும் (Rate of reaction) அதிகரிக்கிறது என்பதுதான்.

அணு-சலன-வாதத்தின்படி, அப்ஜனக அணுவும் பாடலக அணுவும் மோதிக்கொள்வதால்தான், அப்ஜனக-பாடலகை உண்டாகும். விகாரிக்கும் அணுக்கள் ஒரு திட்டமான நேரத்தில் மோதிக்கொள்ளும் எண்ணிக்கை யைப்பொறுத்தே, அப்ஜனக-பாடலகை உண்டாகும் விகிதமுமிருக்கும். வரையறையான பருமனுள்ள வாயுவில், பாடலகத்தின் அளவை இரட்டித்தால், திட்டமான நேரத்தில், மோதல்களின் எண்ணிக்கையும் அநேகமாய் இரட்டிக்கும். ஆகையால் மேலேயுள்ள அம்பு குறிக்கும் ஸம்யோக விகிதமும் அதிகரிக்கிறது. ஆகையால் புதிதான ஒரு சாமிய ஸ்திதி வந்து சேரும். அங்கு, திட்டமான நேரத்தில் அப்ஜனக-பாடலகை யுண்டாகும் விகிதமும், அப்ஜனக-பாடலகை பிரியும் விகிதமும் ஒரே அளவிலே தான் இருக்கவேண்டும். விகார-மண்டல பருமனில் அப்ஜனகம், பாடலகம் என்ற இவைகளின் எடை குறைந்தும், அப்ஜனக-பாடலகையின் எடை கூடியும் இருந்தால்தான் மேற்கண்ட விபரீத விகாரம் நடக்கும். ஆகையால் சோதனை-அனுபவங்களும் கற்பனைகளின்படி விவகாரஞ் செய்து அதிலேற்பட்ட முடிவுகளும் இணங்கியிருக்கின்றன. இவைகளின்பயனாக ஒரு விதியை நியமிக்கலாம். இதற்குப் "பிண்ட கர்ம நியாயம்" என்று பெயர்.

"விபரீத விகாரங்களில், விகார-மண்டலத்திலுள்ள பிரதிகாரகங்களுள் ஒவ்வொன்றின் அணு அடர்த்திக்கு ஒத்தவாறே ரஸாயன விகாரஞ் செல்லும் வேகமும் எல்லையும் இருக்கும்."[1]

இங்கு ஒரு விஷயத்தைப்பற்றிக் கவனி. வேகமானது விகாரத்திற்குரிய ஒவ்வொரு பொருளின் எடைக்கு ஒத்தவாறில்லை. ஆனால் ஒரு திட்டப் பருமஅளவிலுள்ள பொருளின் எடைக்கு ஒத்தவாறே வேகம் மாறுகிறது. விகார-மண்டலத்தின் பருமனைத் திட்டமாக வைத்துக் கொள்ளாமல், அப்ஜனகத்தை இரட்டித்து, அதினாலேற்பட்ட அதிகப் பருமநிலையில் சோதிக்க, விகார-வேகம் இரட்டிக்கவில்லை என்பது விளங்குகிறது. அப்ஜனகத்தின் மொத்த அளவு இரட்டித்தபோதிலும், ஒரு திட்டப் பருமஅளவிலுள்ள அப்ஜனகம் இரட்டிக்கவில்லை. விகார மண்டலத்தின் பருமன் அதிகமாவதால் மோதுதல்கள் இரட்டிக்கமாட்டாதல்லவா? ஒரு திட்டப் பருமனிலுள்ள பொருளின் அளவை, எடை விகிதஞ் சொல்லாமல் அதன் அணு அடர்த்தி விகிதஞ் சொல்லுவதே சௌகரியமாயிருக்கிறது. ஏனென்றால் அணு விகிதங்களிலேதான் பொருள்கள் ஒன்றோடொன்று விகாரிக்கின்றன.

---

[1] In reversible reactions, the rate of reaction as also the extent of chemical change is proportional to the active masses (i.e. molecular concentrations) of the interacting substances.

1850-ம் ஆண்டில் வில்ஹெல்மி (Wilhelmy) என்பவர் இந்நியாயத்தை முதலில் வெளியிட்டார். பெர்தாலே (Berthollet) என்பவரும் பல சோதனைகளின் பயனாக, ஒரு ரஸாயன விகாரத்தின் போக்கும் வேகமும் விகாரப்பொருளின் அளவுக்கு ஒத்தே இருக்குமென்றுணர்ந்தார். இவ்விருவர்களின் அபிப்பிராயங்களைத் திரட்டி இப் 'பிண்ட-கர்ம-நியாயத்தை' வெளியிட்டவர்கள் குல்ட்பர்க், வாகே (Guldberg and Waage) என்னும் இரு விக்ஞானிகளே.

[பொதுவாக ஒரு விகாரத்தை எடுத்து விவகரிப்போம். அ, ஆ என்ற இரண்டு பண்டங்கள் விகாரிக்க, இ, ஈ என்ற இரண்டு பொருள்கள் உண்டாகின்றன என்றும் விகாரம் விபரீதமாயிருக்குங் குணமுடையதென்றும் சமீகரணங் காட்டுகிறபடி வைத்துக்கொள்ளுவோம்.

$$அ + ஆ \rightleftarrows இ + ஈ$$

சாமிய ஸ்திதியில் அவைகளொவ்வொன்றின் மூலபருமனிலுள்ள அணு அடர்த்தி, (Concentration per unit volume) முறையே அ, ஆ, இ, ஈ என்று வைத்துக்கொள்வோம். முன் செல்லும் விகாரத்தின் வேகம் அ, ஆ-வைப் பொருத்தும், அ, ஆ-வின் பெருக்குத் தொகையைப் பொருத்துமிருக்கிறதென்று வெளியாகிறது.

நேர் விகாரத்தின் வேகம் = க × அ × ஆ.

க என்பது அ, ஆ, இவைகளுக்குள்ள உறவைப் பொறுத்த மாறுவிராசி. அதே விதமாக, எதிர் விகாரத்தின் வேகம் = க′ × இ × ஈ. க′ என்பது இ, ஈ இவைகளுக்குள்ள மாறுவிராசி. விதிப்படி நேர் விகாரத்தின் வேகம், சாமிய ஸ்திதியில் எதிர் விகாரத்தின் வேகத்திற்குச் சமம். ஆகையால்

$$க அ ஆ = க′ இ ஈ$$

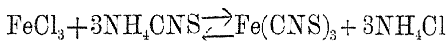
$$\frac{அ ஆ}{இ ஈ} = \frac{க′}{க} = \mathbf{க}$$

க என்பது க′, க இவைகளின் விகிதமாகையால் அதுவும் ஒரு மாறுவிராசி. க′, க என்பவற்றைப்போல் இந்த **க** அணு அடர்த்தி விகிதத்தால் பாதிக்கப்படுகிறதில்லை. அதை "சாமிய-ஸ்திதி-மாறுவிராசி" (Equilibrium Constant) என்று சொல்லுவது வழக்கம். ஆகையால் "சாமிய ஸ்திதியில்" ஒரு பக்கத்திலுள்ள அணு அடர்த்தி விகிதங்களின் பெருக்குத் தொகையை மற்றொரு பக்கத்திலுள்ள

அணு அடர்த்தி விகிதங்களின் பெருக்குத் தொகையால் வகுத்துவந்த ஈவு, ஒரே உஷ்ண நிலையில், மாறுவிராசியாக இருக்கும். இதுதான் பிண்டகர்ம நியாயத்தின் பொது விதி.]

பிண்டகர்ம நியாயத்தின் உண்மையைக் கண்கூடாகக் காணப் பின் வருஞ் சோதனையைச் செய்து பார்க்க.

அமோனிய-கந்தகோ-காலகிகஜத்தை அயிக-ஹரிதகையுடன் சேர்க்க, இரத்தச் சிவப்புள்ள அயிக-காலகிகஜமும் அமோனிய-ஹரிதகையுமுண்டாகும். மேலும், இது விபரீத விகாரம்.



$$FeCl_3 + 3NH_4CNS \rightleftarrows Fe(CNS)_3 + 3NH_4Cl$$

(1) 3·7 கி. அமோனிய-கந்தகோ-காலகிகஜத்தை 100 க. ச. மீ. தண்ணீரில் கரை.

(2) 3·0 கி. வியாபார அயிக-ஹரிதகையை 12·5 க. ச. மீ. சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்திலும், 100 க. ச. மீ. தண்ணீரிலும் கரை. இரண்டு லீட்டர் தண்ணீரில், மேற்கண்ட விலயனங்களொவ்வொன்றிலுமிருந்து 5 க. ச. மீ.-ஐச் சேர்த்து, நான்கு கண்ணாடிக் குவளைகளில் பகிர்ந்து வை. ஒவ்வொன்றிலும் விலயனம் வெளுத்த சிவப்பாக இருப்பதைக் கவனி. விலயனத்திலுள்ள, நான்கு அமில ஜங்களில், அமோனிய-அமிலஜங்களிரண்டும் நிறமற்றவை; அயிக-ஹரிதகை வெளுத்த மஞ்சள்மேலாடிய சிவப்பு; அயிக-கந்தகோ-காலகிகஜம் இரத்தச் சிவப்பு. விலயன மிச்ரத்தின் நிறம் வெளுத்த சிவப்பாயிருப்பதால், கீழே உள்ள அம்பு நுனி காட்டும். விகாரத்தின் பக்கமாக சாமிய ஸ்திதி விலகியிருக்கிறதென்று தெரிகிறது.

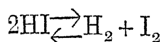
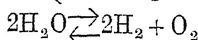
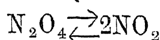
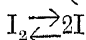
மேற்கண்ட ஒரு குவளையில் 5 க. ச. மீ. அயிக-ஹரிதக விலயனத்தையும், மற்றொன்றில் 5 க. ச. மீ அமோனிய-கந்தகோ-காலகிகஜ விலயனத்தையுஞ் சேர்த்துப் பார். இரண்டு குவளைகளிலுமுள்ள விலயனங்கள் இரத்தம் போல் சிவக்கும். இப்பொழுது மேல் அம்பு நுனி காட்

டும் விகாரத்தின் பக்கமாக, சாமிய ஸ்திதி விலகுகிறது. பிண்டகர்ம நியாயம் உண்மையே.

மூன்றாவது குவளையில் 50 க. ச. மீ. அமோனிய-ஹரிதகை கரைந்த பூரித விலயனத்தைச் சேர். விலயனம் நிறமற்றதாக மாறுவதைக் காண். இது கீழ் அம்பு நுனி காட்டும் விகாரத்தின் பக்கமாக சாமிய ஸ்திதி விலகுகிற தென்பதைக் காட்டுகிறது. இத்தோற்றமும் பிண்டகர்ம-நியாயத்தின் உண்மையை விளக்குகிறது. நான்காவது குவளையிலிருக்கும் விலயனம் நிறமாறுபாடுகளைத் தாரதரித்துக் காணச் சாதகமாயுள்ளது.

உஷ்ண வியோக விசேஷம் (Thermal Dissociation)

ஒரு ரஸாயனச் சேர்க்கைப் பொருள் சூடு செய்யப் பட்டவுடன் சில பொருள்களாகப் பிரிந்து, அவ்விளை பொருள்கள், சூடு தணிந்தவுடன் மறுபடியும் ஒன்றுகூடி ஆதி சேர்க்கைப் பொருளைக் கொடுக்கும் விகாரத்திற்கு வியோகவிசேஷம் (Dissociation) என்று பெயர். விசேஷ வியோகமானது விபரீத விகாரத்தையே குறித்து நிற்கும். பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜம் சூடு செய்யப்பட்ட வுடன் பொட்டாஸிய-ஹரிதகையாகவும் பிராணவாயுவா கவும் பிரியும் விகாரத்தை வியோகவிசேஷமென்று சொல் லக்கூடாது. ஏனென்றால் அது விபரீத விகாரமன்று; சாதாரண வியோகமே அவ்விகாரம். அதை "விபாகம்" (Decomposition) என்றே கூறலாம். வியோக விசேஷத் தின் சில உதாரணங்கள் :—

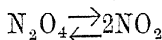

$$2HI \rightleftarrows H_2 + I_2$$

$$2H_2O \rightleftarrows 2H_2 + O_2$$

$$N_2O_4 \rightleftarrows 2NO_2$$

$$I_2 \rightleftarrows 2I$$

$$PCl_5 \rightleftarrows PCl_3 + Cl_2$$

கடைசியாக இருக்கும் சமீகரணம் குறிப்பது ஒரு முக்கியமான விசேஷ வியோகம். பாஸ்வர-பஞ்ச-ஹரிதகை, பாஸ்வர-த்ரி-ஹரிதகையாகவும் தனிமையான ஹரிதகமாகவும் வியோகிக்கிறது.

அதிகச் சூட்டிலுண்டாயிருக்கும் வியோகத்தை அளவிடச் சூட்டைச் சட்டென்று தணித்து, உபகரணத்தைக் குளிரவைக்க, விகாரம் மேல் நடக்காமல் தடைப்படும். பிறகு விகார-மண்டலத்திலுள்ள பிரதிகாரகங்களின் அளவுகளைச் சோதித்தறியலாம். நீராவியை 2000°-க்குச் சூடு செய்து, திடீரென்று குளிரச் செய்ததாலேற்பட்ட விளைவைச் சோதிக்க, அப்ஜனகத்தையும் பிராணவாயுவையுங் காணலாம். பாஸ்பர-பஞ்ச-ஹரிதகையும் பாஸ்பர-த்ரி-ஹரிதகையும் அநேகமாய் நிறமற்றவை. ஹரிதகம் மஞ்சள்மேலிட்ட பச்சை நிறமுள்ளது. பஞ்ச-ஹரிதகையைச் சூடு செய்வதால், உஷ்ணமதிகரிக்க அதிகரிக்க வியோகமுமதிகரிக்கின்றதென்பதை, நிறம் வரவர அழுத்தமாவதால் தெரிந்துகொள்ளலாகும். பாஸ்வர-பஞ்ச-இரக்தகையை எடுத்துச் சோதித்தால், இவ்விகாரத்தை இன்னுந் தெளிவாய்க் காணலாம்.

வியோகவிசேஷ நிலையை, விகார மிச்ரத்தின் திண்மையை அளவிட்டு, அதைக்கொண்டு கணக்கிடலாம்.



$$N_2O_4 \rightleftarrows 2NO_2$$

இவ்விபரீத விகாரத்தில் ஓர் அணு N_2O_4 முற்றிலும் பிரிந்தால் $2NO_2$ அணுக்களாகும். ஆகையால் முதற்பொருளின் ஆவிதிண்மையின் பாதியளவில்தான் பிரிந்துண்டான பொருளின் ஆவிதிண்மை இருக்கும். N_2O_4-ஐ ஒரு பங்கு எடுத்துக்கொள்வோம். அதில் X என்ற பாகம் பிரிந்திருக்கட்டும்.

பிரியாத $N_2O_4 = 1 - X$:

பிரிந்த $NO_2 = 2X$

மொத்த அணுக்கள் $= 1 - X + 2X$

$= 1 + X$

N_2O_4 என்பதின் திண்மை தி என்றால் வியோகமேற்பட்ட பொருளின் திண்மை $= \frac{தி}{1+X}$.

சோதனையிற் கண்ட திண்மை $=$ $தி_1$.

$$தி_1 = \frac{தி\ (முதற்பொருளின்\ திண்மை)}{1+X}$$

$$X = \frac{தி - தி_1}{தி_1}.$$

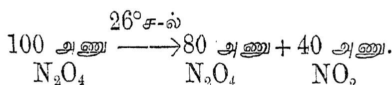
(1) N_2O_4-இன் திண்மை $= 46{\cdot}01$.

$26°$ச-ல் வியோக மிச்ரத்தின் திண்மை $= 38{\cdot}3$.

ஆகையால் வியோகத்தின் அளவு என்ன?

$$X = \frac{தி - தி_1}{தி_1} = \frac{46{\cdot}01 - 38{\cdot}3}{38{\cdot}3} = 0{\cdot}2.$$

அதாவது ஒரு பங்கு N_2O_4-ல் $0{\cdot}2$ பங்கு வியோகமடைந்துவிட்டது. அதாவது வியோகமடைந்த பாகம் $= 20\%$, வியோகமடையாத அதாவது மாறாத பாகம் $(N_2O_4) = 80\%$.



$$\underset{N_2O_4}{100\ அணு} \xrightarrow{26°ச\text{-}ல்} \underset{N_2O_4}{80\ அணு} + \underset{NO_2}{40\ அணு}.$$

(2) $60°$ச-ல் வியோக மிச்ரத்தின் ஆவி-திண்மை $= 30$.

எனவே, $X = \frac{46{\cdot}01 - 30}{30} = 0{\cdot}53$.

அதாவது, 100 அணு N_2O_4-ல் 53 அணுக்கள் பிரிந்து 106 NO_2 அணுக்களாக மாறும். $47N_2O_4$ அணுக்கள் பிரியாமலிருக்கும்.

(3) $150°$ச-ல் ஆவி-திண்மை $= 23$.

எனவே, $X = \frac{46{\cdot}01 - 23}{23} = 1$.

அதாவது 150°ச-ல் N_2O_4 முற்றிலும் NO_2 அணுக்க ளாக மாறிவிடும். பருமனை மாற்ருமல், விகார மண்டலத் திற்குள், முதலிலேயே NO_2-ஐ கொஞ்சமடைத்துப் பிறகு வேண்டிய அளவு சூடுசெய்து பார்த்தால், NO_2-ஐ முதலில் அடைக்காத நிலைமையில் N_2O_4 வியோகிக்குமள வைவிட, NO_2-ஐ அடைத்தபிறகு அதே உஷ்ண நிலையிலேற் பட்ட வியோகம் குறைந்தே இருக்கும். ஆவி-திண்மையை அளந்து இதை நிதர்சனமாய்க் காணலாம். பிண்டகர்ம நியாயமும் சலன-வாதமும் மேற்கண்டதற்கு ஆதாரமாகவு மிருக்கின்றன.

இதுவரையும் நாம் கவனித்த உதாரணங்களிலெல் லாம், விகாரமண்டலம் ஒரே இயல்புள்ளதாகவும் கலப்பில் லாததாகவும் (Homogeneous system) இருந்தது. அதா வது மண்டலத்திலுள்ள பொருள், ஒரு தன்மையுடைய தாயும் ஒவ்வொரு பாகத்திலும் ஒரே சங்கலனமுள்ளதாயு மிருந்தது. ஆனால் வேற்றியல்புள்ள பொருள்களடங்கிய விகாரமண்டலத்திலும் (Heterogeneous system) பிண்ட கர்ம நியாயத்தைக் கவனிக்கவேண்டும். ஆனால் அதற் குரிய விதிகள் சற்றுக் கடினமாகையால், இங்கு எடுத்து விரிவாக உரைக்கவில்லை. அவ்விகாரத்தின் தன்மையைத் திரவத் தண்ணீர் அதன் ஆவியுடன் ஒட்டிநிற்கும் சாமிய ஸ்திதி காட்டுகிறது. திரவம் ஒரு அவசரம் (Phase); நீராவி மற்ருேர் அவசரம். ஆனால் இவ்விரண்டுஞ் சேர்ந்து சாமியஸ்திதியிலிருப்பது பௌதிகத்தன்மை பொருந்தி யது. மற்ருெரு உதாரணங் கூறுவோம். பூரித உப்பு விலயனமும், திடஸ்திதியிலுள்ள உப்புங் கூடிய ஒரு மண் டலம். அம்சங்கள் விகாரமண்டலத்தில் கொடுக்கும் ஒவ் வொரு கலப்பில்லாத திட, திரவ, வாயு-ஸ்திதியும் "அவ சரம்" எனப்படும். விலயனம், கரைபொருள், கரை-திர வத்தின் ஆவி என்ற இம்மூன்றும் சாமியஸ்திதியிலிருக்க லாம். இதில் மூன்று அவசரங்களுள:—(1) திடஸ்திதியி லுள்ள கரைபொருளாகிய உப்பு. (2) திரவஸ்திதியி

லுள்ள விலயனம். (3) வாயு ஸ்திதியிலுள்ள நீர் ஆவி. ஆகையால் ஒவ்வொரு அவசரத்திலுள்ள பொருளும் ஓரமைப்புள்ளதாயிருக்கிறது. இம்மூன்று அவசரங்களிலும் இரண்டுவிதப் பொருள்களேயிருக்கின்றன. (1) அப்ஜனக-பிராணை, (2) ஸோடிய-ஹரிதகை இவ்விரண்டும் தங்கள் தங்கள் சங்கலனத்தில் மாறுபடாத நிலைமையிலிருக்கின்றன. இவைகளுக்கு அம்சங்கள் (Components) என்று பெயர். அம்சங்கள் தனிப்பொருள்களாகவோ சேர்க்கைப் பொருள்களாகவோ இருக்கலாம். இவ்வம்சங்கள் விகாரத்தில் சேர்ந்துகொள்ளும்; ஆனால் பிரதிக்கிரியையில் மாறுபடாத நிலைமையிலிருக்கும்.

"விகாரத்தின் போக்கில், சங்கலனத்தில் மாறுபடாமல் எப்பொருள்கள் பிரதிக்கிரியையில் தலையிட்டுக்கொள்ளுகின்றனவோ அவைகளே அம்சங்களாம்."

ஒரே எடையுள்ள வாயுவின் சாமியஸ்திதி, பருமன், அமுக்கம், உஷ்ணம் என்ற இம்மூன்றையும் பொறுத்திருக்கிறது. இதை ப$\times$அ$=$க$\times$உ என்ற சமீகாரணத்தாற் காட்டலாம்.

(க$=$ஒரு வாயுவுக்குரிய மாறாவிராசி
ப$=$பருமன்; அ$=$அமுக்கம்; உ$=$உஷ்ணம்.)

ஏதாவது ஒன்றை மாறாததாக வைத்துக்கொள்வோம். (உ-ம்) பருமன் மாறவில்லை. உஷ்ணமும் அமுக்கமும் பல நிலைகளிலிருக்க, அதே பருமனைக் கொடுக்கலாம். மூன்று மாறு ராசிகளில் (Variables), இரண்டை நாம் தெரிந்து கொண்டபிறகுதான் சந்தேகமற ஒரு நிலையைக் குறிக்கலாகும். இவ்விரண்டு மாறு ராசிகளும் திட்டமான அளவுகளிலிருக்குமேயாகில், மூன்றாவது மாறு ராசியும் திட்டமான அளவில் தானிருக்கவேண்டும். நாம் எவ்விரண்டு ராசிகளையேனுந் திட்டமாக்கிக்கொள்ளலாமாகையால், இவ்விகாரத்தில், இரண்டு சுதந்திர-மாறுராசிகளும் (Independent variables)—(இவ்விரண்டும் திட்டப்படுத்தியவுட

னேற்படும்), ஒருபாதந்திர (சார்ந்த) மாறுராசியும் (Dependent variable) இருக்கின்றன. விகார மண்டலத்திலுள்ள சுதந்திர மாறுராசிகளைக் குறிக்கும் எண்ணை, "சுவாதீனப்பிரமாணம்" (Degree of freedom or Variance) என்றுஞ் சொல்லுவதுண்டு. விகாரமண்டலத்தின் ஸ்திதியை சந்தேகமில்லாமல் வரையறுக்க, நாம் திட்டப்படுத்தவேண்டிய சுதந்திர மாறுராசிகளைக் குறிக்கும் எண்ணே, "சுவாதீனப் பிரமாணமாம்."

ஆகையால் ப × அ = க × உ என்ற சங்கேதம் குறிக்கிற விகாரம் துவி-மாறுராசித்தன்மை (Bivariant) பொருந்தியது.

திரவத்தண்ணீரும் நீராவியும் அமைந்துள்ள விகார மண்டலம், ஏக-மாறுராசித்தன்மை (Monovariant) பொருந்தியது. மாறக்கூடிய நிலைகள் இரண்டே. அவை ஆவியின் அமுக்கமும் உஷ்ணமும். திரவத்தண்ணீரிருக்கும் வரையில், ஆவி அமுக்கம் உஷ்ணநிலையைப் பொறுத்தேயிருக்கிறது. ஆகையால் ஒரு நிலை சுதந்திரமாயும் மற்றொரு நிலை பாதந்திரமாயுமிருக்க, இது ஏக-மாறுராசித்தன்மை பொருந்தியதென்றோம்.

அம்சம், அவசரம், சுவாதீனப்பிரமாணம் என்ற இம்மூன்றுக்குமுள்ள அந்நியோந்நிய சம்பந்தத்தைக் காட்ட கிப்ஸ் (J. W. Gibbs) என்பவர் ஒரு விதியை ஏற்படுத்தினார். கிப்ஸ் அவசர-விதி (Gibbs-Phase Rule 1874) :— "ஒரு விகார மண்டலத்திலுள்ள அம்சங்களைக் காட்டும் எண்ணிலிருந்து, அவசரங்களைக் காட்டும் எண்ணைக் கழித்து, இரண்டைக் கூட்டிய தொகை, சுவாதீனப் பிரமாணத்தைக் காட்டும் எண்ணுக்குச் சமமாயிருக்குமேயானால், விகாரமண்டலம் சாமியஸ்திதியிலிருக்கும்." அம்சங்களை 'அ' (C) என்றும் அவசரங்களைக் (கோலம்) 'கோ' (P) என்றும், சுதந்திர மாறுராசிகளை 'மா' (F)

என்றும் வைத்துக்கொண்டால், இவ்விதியைச் சமீகரணஞ் செய்து சுருக்கிக் காட்டலாம்.

$$\text{மா} = \text{அ} - \text{கோ} + 2$$
$$(F = C - P + 2)$$

அழுக்கமும் உஷ்ணமும் ரஸாயன சாமியஸ்திதியைப் பாதிக்கும் விவரம்

லீஷாடிலியர் விதி (Lechatelier's rule)

சாமியஸ்திதியிலுள்ள ஒரு விகாரத்தில், உஷ்ண நிலையை வித்தியாசப்படுத்த, இரண்டுவித மாறுபாடுகளேற்படலாம். (1) மண்டலத்தில் எல்லாப் பிரதிகாரகங்களும் அமைந்திருக்கும்பொழுது சாமியஸ்திதி விலக்கப்படலாம். (2) ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அம்சங்கள் மறைந்து ஒரு புது சாமியஸ்திதி ஏற்படலாம். உதாரணம்:—பனிக்கட்டி, தண்ணீர், நீராவி இம்மூன்றும் சாமியஸ்திதியிலிருக்கும் கலவையின் உஷ்ணத்தை அற்ப அளவில் அதிகப்படுத்தி, அவ்வுஷ்ணநிலையை மாறாமல் வைப்போமானல், பனிக்கட்டி உருக ஆரம்பிக்கும். ஒரு புது சாமியஸ்திதியுமேற்படும். அதேவிதமாக, ஒரு திட்ட உஷ்ணநிலையிலேற்பட்ட ரஸாயன சாமியஸ்திதியிலுள்ள விகாரமண்டலத்தின் உஷ்ணத்தை (அதிகரித்தோ-குறைத்தோ) மாற்ற, ஒரு அம்சம் முற்றிலும் மறையலாம். நம்முடைய விவகாரத்திற்கு முதல் மாறுபாடே முக்கியமானது. விகாரத்திலேற்படும் வெளிப்பட்ட உஷ்ணத்தையோ உட்கொள்ளப்பட்ட உஷ்ணத்தையோ பொறுத்து சாமியஸ்திதி விலகுமென்று முன்ஞெரு அத்தியாயத்திற் கண்டோம். இம்மாதிரி விவகாரங்களிலெல்லாம் விகாரமண்டலத்தின் பருமனை மாறாது ஒரு நிலையிலிருக்கிறதென்றே கொள்ளவேண்டும். "பருமன் மாறாமலிருக்க, உஷ்ண-அதிகரிப்பு, உஷ்ணமுட்கொள்ளும் விகாரத்தையும், உஷ்ணக் குறைவு உஷ்ணத்தை வெளியிடும் விகாரத்தையும் உதவும்."

ஓஸோன்-பிராணவாயு சாமியஸ்திதியை எடுத்துக் கொள்வோம்.

$$2O_3 \rightleftarrows 3O_2$$

ஓஸோன் உண்டாகும்பொழுது உஷ்ணம் உட்கொள்ளப்படுவதால், உஷ்ண அதிகரிப்பு விகாரத்தை இடதுபக்கஞ் செல்லும்படி செய்யவேண்டும். அதாவது, உஷ்ணம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க, ஓஸோன் அதிக அளவிலே உண்டாகவேண்டும். இவ்வநுமானத்துக்கேற்றவாறே, சோதனை-நடவடிக்கைகளும் இணங்கியிருக்கின்றன. குறைந்த உஷ்ண நிலையில் வலப்பக்கமாய் சாமியஸ்திதி சாய்கிறதென்ற அநுமானம் சோதனை விளைவுகளால் உறுதிப்படுத்தப்படுகிறது. கரைமானம் உஷ்ணத்தால் எவ்விதம் பாதிக்கப்படுகிறதென்று முன்பே விசாரித்தோம். கரையும்பொழுது சூடு உட்கொள்ளப்பட்டால், அதாவது விலயனம் 'ஜில்'லென்று உணரப்பட, பொட்டாஸிய-பாக்கிய மிகஜம்போன்ற கரைவனவின் கரைமானம் சூடு அதிகமாகில் அதிகமாகும்; அதேவிதமாக, சூடு வெளிப்பட்டால் அதாவது விலயனத்தின் உஷ்ணம் அதிகரித்தால், கால்ஸிய-அப்ஜ-பிராணையைப்போன்ற கரைவனவற்றின் கரைமானம் சூடு குறைந்தால் அதிகமாகும். சோதனைகளிலும் இவ்வித நடவடிக்கையை முன்பே கண்டோமல்லவா? ஆனால் இந்நியாயம் அநேகமாய்ப் பூரித விலயனங்கள் சம்பந்தப்பட்டமட்டிலேதான் உண்மையாயிருக்கும். ஏனென்றால் பூரித விலயன நிலைதான் சாமியஸ்திதியிலுள்ளது. இந்நியாயமும் சாமியஸ்திதியிலுள்ள விகாரங்களுக்குத்தான் தகும்.

சாமியஸ்திதி பேதித்த நிலையில், உஷ்ணபேதமேற்படாமலிருக்குமேயானால், ஒரே பருமநிலையில் உஷ்ண பேதம் சாமியஸ்திதியில் பேதத்தை உண்டுபண்ணாது.

அழுக்க பேதமும் சாமியஸ்திதி பேதமும்

"மாரு உஷ்ணநிலையில், பருமன் குறையும் பக்கமாகவே அழுக்க அதிகரிப்பு சாமியஸ்திதியை விலக்கும்; அழுக்கக் குறைவோ, விபரீதமாக விலக்கும்" மறுபடியும் ஓஸோன்-பிராணவாயு சாமியஸ்திதியை எடுத்துக்கொள்வோம்:—

$$2O_3 \rightleftarrows 3O_2$$

அழுக்கத்தை அதிகரித்தால் பருமன் குறையும் விகாரம் ஒத்தாசை செய்யப்படும். அதாவது ஓஸோன் அதிகமாக உண்டாகும். அழுக்கம் குறைய, ஓஸோனும் குறைந்த அளவிலேதான் உண்டாகும்.

ஓஸோன் சம்பந்தமாக இந்த விதியின் உண்மையை நேரே சோதித்துக் காண முடியாவிட்டாலும்—(சோதனைகளில் கஷ்டங்கள் அதிகம்) நூற்றுக்கணக்கான மற்ற விகாரங்கள் இவ்வுண்மையை வெளிப்படுத்துகின்றன.

"மாரு உஷ்ணநிலையில், சாமியஸ்திதி பேதத்தில் பருமனும் மாருதிருந்தால், அழுக்க பேதமானது சாமியஸ்திதியைப் பாதிக்காது" என்று ஏற்படுகிறது. இவ்வுண்மையை போடென்ஸ்டைன் (Bodenstein) என்பவர் "அப்ஜனகம்-பாடலகம்-அப்ஜனக-பாடலகை" என்னும் விகாரமண்டலத்தில் (சோதனைப்பிழை நீங்கலாக) சரியாகவே இருக்கிறதென்று சோதனைகளின் பயனாக வெளியிட்டிருக்கிருர். அழுக்கமானது திட, திரவ ஸ்திதியிலுள்ள பொருள்களின் பருமன்களை வெகு சிறிதளவிலேயே பாதிப்பதால், திட, திரவஸ்திதியிலுள்ள பொருள் சேர்ந்த விகாரமண்டலத்தில் சாமியஸ்திதியை அழுக்க பேதம் வெகு சிறிதளவிலேதான் பாதிக்கிறது. மேலே குறிப்பிட்ட உஷ்ண அழுக்க நிலைகள், பௌதிக ரஸாயன சாமியஸ்திதிகளை எவ்விதம் பாதிக்கும் என்பதை விரிவாகத் தெரிவிக்கின்ற விதிகளெல்லாம், லீஷாடிலியர் என்ற ஒரு

பிரென்சு விஞ்ஞானி வெளியிட்ட ஒரு முக்கிய விதியின் விசேஷ நிலைமைகளே. அப் பொது விதியாவது “சாமிய ஸ்திதியை நிர்ணயிக்கும் அடர்த்தி அல்லது பிண்ட பாரம் (Concentration), அமுக்கம், உஷ்ணம் ஆகிய இம்மூன்று கர்த்தாக்களில், ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கர்த்தாக்கள் மாறுமேயாகில், இம்மாறுபாட்டினுலேற்படும் விளைவைக் கெடுக்கும் நோக்கமுடைய மார்க்கத்திலேயே தான் சாமியஸ்திதி விலக்கப்படுகிறது.”[1] இப் பொது நியாயத்தின் உண்மை மேலே கண்ட ஒவ்வொரு விகாரத்திலும் பொருந்துகிறதா என்று விவகரித்துப்பார்க்க.

விகாரத்தின் வேகம் (Velocity of reaction):—4-வது அத்தியாயத்தில் ரஸாயன விகாரத்தைப் பாதிக்கும் நிலைகளை விரித்துச் சொன்னோம். விகாரத்தின் வேகமும் வீரியமும் பிரதிகாரகங்களின் தன்மையையும், அவைகளின் ஸ்திதிகளையும், இன்னும் மற்ற விகாரமண்டலத்திலுள்ள நிலைகளையும் பொறுத்து இருக்கின்றன என்பது நன்கறிந்த விஷயமே. அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலமும் ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையும் தக்ஷணமே விகாரிக்கின்றன என்று ஸூசகியின் வர்ண மாறுபாடு தெளிவாய்க் காட்டுகிறது. ஆனால் அப்ஜனகத்தையும் பிராணவாயுவையுங் கலந்த மிச்ரத்தை சாதாரண உஷ்ணநிலையில் எவ்வளவு வருஷங்கள் வைத்திருந்தபோதிலும் யாதொரு மாறுபாட்டையுங் காணமுடியாது. ஆனால் உஷ்ணம் போதுமான அளவில் அதிகமிருந்தால் இரண்டும் உடனே ஸம்யோகிக்கும்.

ஸ்பர்ச-கர்த்தாக்கள் விகாரத்தின் வேகத்தை எவ்விதம் பாதிக்கிறதென்று பலதடவைகளில் கண்டிருக்கிறோம். இன்னும் அவ்வித விகாரங்களையுங் காணப்போகி

[1] Any change in the conditions of a system (concentration pressure and temperature) in equilibrium causes the equilibrium to be displaced in such a direction as to oppose the effect of the change.

ரேம். ஒளியும் ரஸாயன விகாரத்திற்கு அனுகூலமாயிருக்கிறதென்பதை, அப்ஜனக-ஹரிதக மிச்ரம், சூரிய வெளிச்சத்திலோ, செயற்கை வெளிச்சத்திலோ காட்டப்பட, மிச்ரத்திலுள்ள தனிப் பொருள்கள் திடீரென்று வெடியுடன் சேருகின்றனவென்பது காட்டுகிறது. ஆனால் அநேக விகாரங்கள் ஒளியால் பாதிக்கப்படாதவை. உஷ்ணமுயர, விகார வேகமும் விசேஷமாய் உயருகிறது என்று நாம் ஒவ்வொருநாளும் நிதர்சனமாய்க் காண்கிறோம். உஷ்ணம் 10°ச அளவிலுயர, விகாரவேகம் இரட்டிக்கும்; சிலசமயங்களில் மூன்று பங்கு அதிகமாகும். ஆகையால் உஷ்ணத்தை 100°ச அதிகமாக உயர்த்த, விகாரவேகம் 1000 பங்காகவும், உஷ்ணத்தை 200°ச அதிகமாக்க விகார வேகம் 1,000,000 பங்காகவும் பெருகுமென்று கணக்கிட்டறியலாம். ஆகையால் அதி உஷ்ணநிலையில் விரைவாக நடக்கும் விகாரம் சாதாரண உஷ்ணநிலையில் மெதுவாக நடப்பதையும், சில சமயங்களில் நடக்காமலிருப்பதையும் அறிந்துகொள்வது சுலபமே.

ஓஸோன்-பிராணவாயு சாமியஸ்திதியை மறுபடியுமெடுத்துக்கொள்வோம். பிராணவாயுவை, தொனியாத மின்சாரப் பிரயோகத்தால் தாக்க, ஓஸோன் உண்டாகிறது. ஆனால் விகார மண்டலத்திலுள்ள ஓஸோன் சாதாரண உஷ்ண நிலைக்கு ஒத்த சாமியஸ்திதியிலிருக்கவேண்டியளவுக்கு மேலேயே இருக்கிறது. ஆகையால் மின்சாரத் தாக்கலை விட்டு வெளிப்பட்டவுடன், ஓஸோன் வியோகிக்க வேண்டும். அவ்விதமே அது செய்கிறது. ஆனால், சாதாரண வியோக வேகம் நிரம்பச் சிறிதளவிலேயே இருப்பதால், மிச்ரம் நிலையுள்ளதுபோல் தோன்றுகிறது. ஆனால் உஷ்ண நிலை 250°ச ஆனவுடன் சாமியஸ்திதியின் பக்கமாக விகாரம்-நடக்கும்-வேகம் அதிகப்படுகிறது. ஓஸோனும் சீக்கிரமாக வியோகிக்கிறது. கணக்கிட்டுப் பார்க்க சாதாரண உஷ்ண அழுக்க நிலைக்கேற்ற சாமியஸ்திதியில் 0·001% ஓஸோனே விகாரமண்டலத்திலமைந்தி

ருக்கவேண்டும். ஆகையால் உஷ்ணத்தாலுண்டாகும் மாறுபாடுகளான (1) சாமியஸ்திதியிலேற்படும் பேதத்திற்கும் (2) ரஸாயன விகாரங்களைத் தூண்டுவதற்குமுள்ள வித்தியாசங்களை மேலே சொல்லிய முகாந்தரங்கள் நன்றாய்த் தெளிவுபடுத்துகின்றன.

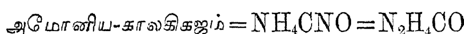
பஹுரூபபேதங்கள் (Allotropic modifications) சமஅம்சத்வம் (Isomerism)

பல ரூபங்களில் ஒரே தனிப் பொருள் காணப்படுமேயாகில் அந்த ரூபங்களை பஹுரூபபேதங்கள் (allotropic modifications) என்று சொல்லுவோம். அவைகளைச் சமரூபாந்தர விகாரங்களென்றுஞ் சொல்லலாம். இப்பேத வஸ்துக்கள் பௌதிக குணங்களிலும் ரஸாயன குணங்களிலும் மாறுபட்டவைகளாக இருக்கலாம். (உ-ம்.) பிராணவாயு-ஓஸோன். சில வஸ்துக்கள் பௌதிக குணங்களில் விசேஷ மாறுபாடுகளைக் காட்டும். (உ-ம்.) அடுப்புக்கரி, லேகலோஹம் (graphite), வைரம். இம்மூன்றும் இங்காலத்தின் பேதங்களே. இவ்விதஞ் சம்பவிக்குந் தன்மைக்குத் தோற்ற பேதம் (allotropy) என்று பெயர். இச்சம்பவத்தை உருசுப்படுத்த ஆதாரங்கள் உண்டா? உண்டு. ஒரு பேத ரூபத்தை மற்றொரு பேதரூபமாக மாற்றலாம். இவைகளொவ்வொன்றும் ஒரே எடையில் திட்டமாக மற்ற வஸ்துக்களுடன் சேர்ந்து முறையே, ஒரே எடையில் ஒரே தன்மையுள்ள ஒரே பொருளைக் கொடுக்கும். ஒரு தனிப் பொருளின் பேதங்கள் பல வாறான சக்தி பொருந்தியவைகளாக இருக்கின்றன.

மொத்தமாகத் தனிப் பொருள்களோ சேர்க்கைப் பொருள்களோ பஹுரூபபேதங்களில் காணப்படுந் தன்மைக்கு "சமஅம்சத்வம்" (Isomerism) என்று

பெயரிடுவோம். ஆனால் தனிப்பொருள் சம்பந்தப்பட்டமட்டில் சமரூபாந்தரம் அல்லது தோற்ற பேதம் என்றும், சேர்க்கைப் பொருள் சம்பந்தப்பட்டமட்டில் 'சமஅம்சத்வம்' என்றும் உபயோகப்படுத்துவோம். சமஅம்சத்வத்தை இரண்டு வகைகளாகப் பிரித்துக்கொள்ளலாம் (1) பௌதிக சமஅம்சத்வம் அல்லது பஹுரூபத்வம் (Physical Isomerism or Polymorphism). இங்கு அணுக்கள் மாறு நிலையிலிருக்கும். (உ-ம்.) கந்தகம், இரசிக-பாடலைகை; (2) ரஸாயன சமஅம்சத்வம் (Chemical Isomerism). இதில் விசேஷமானது ஏகாகிருதி-அன்யகுணத்வம் (Metamerism). இரண்டு வஸ்துக்களின் சுலபசங்கேதங்களும் அணுபாரங்களும் ஒன்றாயிருந்தும் குணங்கள் முற்றிலும் மாறியிருக்குந் தன்மைக்கே 'ஏகாகிருதி அன்யகுணத்வம்' என்று பெயர்.

உதாரணம் :—அமோனிய-காலகிகஜமும் (ammonium cyanate) யூரியா (Urea) என்ற மூத்திரத்திலிருக்கும் பொருளும்.

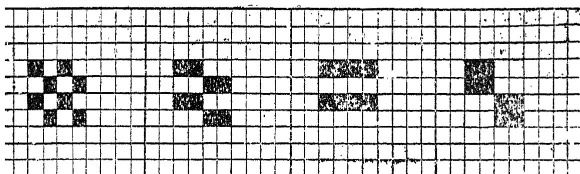

அமோனிய-காலகிகஜம் $= NH_4CNO = N_2H_4CO$


யூரியா $= CO(NH_2)_2 = N_2H_4CO$

இவ்விரண்டு பொருள்களும் வெவ்வேறு ரஸாயனப் பிரிவுகளைச் சேர்ந்தவை.

சமஅம்சத்வப் பொருள்கள், தன்மையில் வித்தியாசப்படுவது ஒவ்வொரு பொருளின் ஒவ்வோரணுவிலும் பரமாணுக்கள் வெவ்வேறு விதமாக இசைந்தமைவதால் தான் என்று நன்கு விளங்கும். அப்பரமாணுக்கள் வெவ்வேறு வகையாய் அடுக்கப்பட்டிருக்கவேண்டும். இதை ஓர் உதாரணத்தால் எடுத்துக்காட்டுவோம். எட்டு

சதுர வெள்ளைக் கற்களையும் எட்டு சதுர கருப்புக் கற்களையும் அடியிற் காட்டியபடி பல விதங்களில் ஜோடிக்கலாம்.



(க்ரீன் எழுதிய 'கெமிஸ்தம்' என்னும் நூலிலிருந்து)

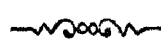
ஒவ்வொரு கல்லையும் ஒரு பரமாணு என்று வைத்துக் கொண்டால், சம அம்சத்வப் பொருள்கள் ஒரே எண்ணிக்கையுள்ள பரமாணுக்கள் தமதொவ்வோர் அணுவினுமமைந்தும், அவற்றின் அணுபாரமொன்றாயிருந்தும், அவற்றின் தோற்றமும் தன்மையும் எப்படி வித்தியாசப் படுகிறதென்பது தெளிவாய் விளங்கும்.

ரஸாயன சமஅம்சத்வத்தைச் சேர்ந்த மற்றொரு தன்மை "பஹூ ஆகிருதி சமகுணத்வம்" (Polymerism). அதாவது ஒரே பொருளின் அணுக்கள் ஒன்றுகூடி ஒரு சேர்க்கை அணுவாகத் தோன்றும். இச்சேர்க்கையின் சுலப-சங்கேதமும் ஒன்றுகூடும் பொருளின் சுலப சங்கேதமும் ஒன்றாயிருக்கும்.

(உ-ம். HF, H_2F_2, H_3F_3)

தனிப்பொருளுக்குரிய சம அம்சத்வத்தைப் பௌதிகத் தன்மை பொருந்தியிருந்தாலுஞ் சரி, ரஸாயனத் தன்மை பொருந்தியிருந்தாலுஞ்சரி, சமரூபாந்தரம் என்றே குறிப்பிடுவோம்.

அத்தியாயம் 25



லவணஜனகங்களும் பிராணவாயுவும் சேர்ந்த பொருள்கள்

ஹரிதக இனங்கள் பிராணவாயுவுடன் ஸம்யோகிக்க பலஹீனமான, ஆனால் புலப்படத்தக்க உறவைக் காட்டுகின்றன. இச்சம்யோகிக்கும் பலத்தினளவானது காசாதத்திலிருந்து பாடலகம்வரை வளர்ந்துகொண்டே வருகிறது. அதாவது பிராணவாயுவுடன் சேருமுறவைத்தாராதரித்துப் பார்க்க, காசாதப் பிராணை குறைந்த நிலையுள்ளதாயும் பாடலகப்பிராணை அதிக நிலையுள்ளதாயும் இருக்கும். ஹரிதக இனங்களின் அநேகப் பிராணைகளும் பிராணவாயு சேர்ந்த பொருள்களும் நன்கு தெரிந்தவை.

X = லவணஜனகம்

ஒப்புக்கள் (Types)	காசாதம்	ஹரிதகம்	இரக்தகம்	பாடலகம்
X_2O	OF_2	Cl_2O	Br_2O ?	—
HXO	—	$HClO$	$HBrO$	HIO
X_2O_3	—	—	—	—
HXO_2	—	$HClO_2$	$HBrO_2$?	—
X_2O_4	—	ClO_2	—	IO_2, I_2O_4
X_2O_5	—	—	—	I_2O_5
HXO_3	—	$HClO_3$	$HBrO_3$	HIO_3
X_2O_7	—	Cl_2O_7	—	$[I_2O_7]$
HXO_4	—	$HClO_4$	—	HIO_4

O_2F_2, OF, ClO_3, ClO_4, Br_3O_8 என்பவையும் தயாரிக்கப்பட்டிருக்கின்றனவாம்.

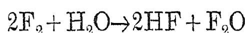
பிராணைகளெல்லாம், மொத்தமாகக் கவனிக்குமிடத்து, நிலை குறைந்தவைகளென்றே சொல்லவேண்டும். ஆனால் தராதரித்துப் பார்க்க, பாடலகப்பிராணை நிலையுள்ளதென்றே சொல்லவேண்டும். ஹரிதகத்துக்கும் பாடலகத்துக்கும் மத்தியில் இரக்தகம் இருக்கும் ஸ்தான நிலை சரியென்பதற்கு இரக்தகத்தின் பிராண-அமிலங்கள் பிராண-அமிலஜங்கள் என்ற இவைகளின் குணங்களே ஒருவாறு சமாதானஞ் சொல்லுகின்றன. ஹரிதக இனத்துப் பிராண வாயு சேர்ந்த பொருள்களினின்று, பாடலகம் மற்ற இனங்களை விலக்குமென்று முன்பு காட்டியிருக்கிறோம்.

காசாத-பிராணை (Fluorine oxide)[1]

காசாத-பிராணை :—1927-ம் வருஷம்வரை காசாதம் பிராணவாயுவுடன் ஸம்யோகிக்காதென்றே நினைத்து வந்தார்கள். இன்னும் 1933-ம் வருஷம் வரையில் பிரசுரிக்கப்பட்ட அநேக ரஸாயன-பாட-புத்தகங்களில்கூட "காசாதமும் பிராணவாயுவும் சேர்ந்த பொருள், இதுவரை நேர்முறையிலேயோ அல்லது வேறு எம்முறையிலேயோ தயாரிக்கப்படவில்லை" என்று தெரிவிக்கும் வாக்கியங்களையே காண்கிறோம். ஆனால் 1927-ம் வருஷம் சிறிது ஈரம் பொருந்திய காசாதத்தை மின்சாரிக்கக் காசாத-பிராணை (Fluorine oxide) உண்டாகிறதென்பதைக் கண்டார்கள். 2% ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை நீர் விலயனத்தில் மெதுவாக மணிக்கு ஒரு லீட்டர் விகிதத்தில் காசாதத்தைச் செலுத்த வெளிவரும் வாயுவுடன் காசாத-பிராணை வரும். அதைத் தண்ணீருக்குமேல் சேகரிக்கலாம்.[2]

[1] வரட்டுக்கொள்கைப்படி, இதை 'பிராண - காசாதை' (Oxygen fluoride) என்றுதான் சொல்லவேண்டும். ஏனெனில், காசாதம் பிராண வாயுவைவிட அலோகத்தன்மை (ருண மின்சாரகுணம்) பொருந்தியது. (பக்கம் 470)

[2] 1929-ம் வருஷத்தில் லெபோவும் டேமியன்சும் (Lebeau and Damiens) இம்முறையைக் கண்டனர்.



$$2F_2 + H_2O \rightarrow 2HF + F_2O$$

அது ஒரு நிலையுள்ள நிறமற்ற வாயு. அது—146°ச-ல் மஞ்சள் நிறமுள்ள திரவமாக மாறும். திடஸ்திதியில் அதன் உருகு நிலை—224°ச. அது ஒரு வீரியமுள்ள வர்த்தனி. ஹரிதகை முதலிய விலயனங்களிலிருந்து அது எளிதில் ஹரிதக இனங்களை விலகச்செய்யும். அதிக க்ஷார விலயனத்துடன் சம்பந்தப்பட்டிருக்க அது மெதுவாய் வியோகிக்கும்.

ஹரிதகமும் பிராணவாயுவுமுள்ள பொருள்கள்

அடியிற்கண்ட ஜாப்தாவிலுள்ளபடி ஹரிதக-பிராணைகள் மூன்று.

அவையாவன :—

(1) ஹரிதக-ஏக-பிராணை உப-ஹரிதச-நிர்ஜலாமிலம் Cl_2O. (Chlorine-monoxide, Hypochlorous Anhydride).

(2) ஹரிதக-துவி-பிராணை (Chlorine dioxide) ClO_2. இது ஒரு மிச்ர-நிர்ஜலாமிலம் (mixed anhydride).

(3) ஹரிதக-ஸப்த-பிராணை பரஹரிதகிக-நிர்ஜலாமிலம் Cl_2O_7. (Chlorine-heptoxide, Perchloric anhydride.)

நான்கு பிராண அமிலங்கள் இதுவரை தயாரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அவையாவன :—

1. உப-ஹரிதசாமிலம் (Hypochlorous acid) $HClO$
2. ஹரிதசாமிலம் (Chlorous acid) $HClO_2$
3. ஹரிதகிகாமிலம் (Chloric acid) $HClO_3$.
4. பர-ஹரிதகிகாமிலம் (Perchloric acid) $HClO_4$

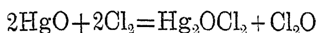
உபஹரிதசாமிலங் கொடுக்கும் அமிலஜங்களுக்கு "உபஹரிதசஜங்கள்" (Hypochlorites) என்றும், ஹரித

சாமிலம் கொடுக்கும் அமிலஜங்களுக்கு “ஹரிதசஜங்கள்” (Chlorites) என்றும், ஹரிதகிகாமிலங் கொடுக்கும் அமிலஜங்களுக்கு “ஹரிதகிகஜங்கள்” (Chlorates) என்றும், பர-ஹரிதகிகாமிலங் கொடுக்கும் அமிலஜங்களுக்கு “பரஹரிதகிகஜங்கள்” (Perchlorates) என்றும் பெயரளிக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

ஹரிதக-ஏக-பிராணை (உப-ஹரிதச-நிர்ஜலாமிலம்) Cl_2O. (Chlorine monoxide—Hypochlorous anhydride)

இப்பொருளை 1834-ம் ஆண்டில் பாலார்ட் (Balard) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். அவர் அன்று கையாண்ட முறைகொண்டே அப்பொருளை இன்றும் அதிகவளவில் தயாரிக்கிறோம். அம்முறை பின்வருமாறு :—

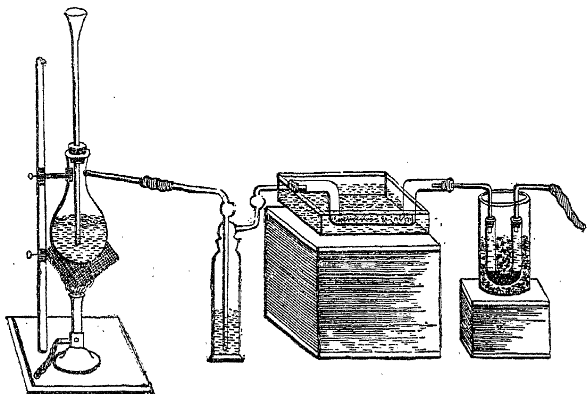
இரசிக-பிராணையை (HgO) அவபதித்து, வடிகட்டி எடுத்து, 400°ச-ல் ஒரு மணி நேரஞ் சூடுசெய்து ஒரு வடிவமுள்ள குழாயிலெடுத்துக் குழாயைக் குளிர்ந்த தண்ணீரில் அமுக்கிவைத்து இரசிக-பிராணை மேல் ஈரமற்றதாகச் செய்யப்பட்ட குளிர்ந்த ஹரிதகத்தைச் செலுத்தி, விகாரித்து வெளிவரும் வாயுவை, உறை-மிச்ரத்தில் (பனிக்கட்டி உப்புக் கலவையில்) குளிர்விக்கப்பட்ட U குழாயின் வழியாய்ச் செல்லும்படி செய்ய, வாயு U குழாயில் திரவமாய்ப் படியும். பழுப்பு-ஸ்படிக இரசிகக்ஷார-ஹரிதகை [Hg_2OCl_2] வடிவமுள்ள குழாயில் தங்கி நிற்கும்.



$$2HgO+2Cl_2=Hg_2OCl_2+Cl_2O$$

குறிப்பு :—புதிதாய் அவபாதித்துத் தயார்செய்த இரசிக-பிராணையை உபயோகித்தால், விகாரம் வெடியுண்டாகும் வீரியத்துடன் நடக்கும். இரசிக-பிராணை பெரிய கட்டிகளாக இருக்குமேயானால், விகாரம் வெகு அற்ப அளவிலேயே மந்தமாகச் செல்லும்.

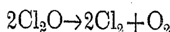
குணங்கள் :—ஹரிதக-ஏக-பிராணை சாதாரண நிலையில் கிச்சிலி மஞ்சள் நிறமுள்ள வாயு; ஹரிதகத்தைப் போல் மணமுள்ளது; எளிதில் வாயுவைக் குளிர்வித்துக் கரும்பழுப்பு நிறமுள்ள திரவமாகச் செய்யலாம். அத் திரவத்தின் கொதி நிலை 5°ச. அந்தப் பிராணை மிகவும்



ஹரிதக-ஏக-பிராணை தயாரிக்கும் சாதனம்

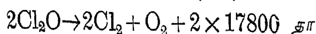
படம் 92

நிலையற்றது. இளஞ்சூடு காட்டினாலும், வாயு சேதனப் பொருளுடனே கந்தகம், பாஸ்வரம் போன்ற பொருள்களுடனே தொட்டு நின்றாலும் ஹரிதக-ஏக-பிராணை எளிதில் வெடித்து அதிலுள்ள தனிப் பொருள்களாக வியோகிக்குந் தன்மை பொருந்தியது.



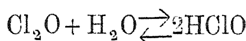
$$2Cl_2O \rightarrow 2Cl_2 + O_2$$

சிறிதளவு அதிர்ச்சி ஏற்பட்டபோதிலுங்கூட—திரவத்தை இறகால் தடவினால் போதும்—அந்தப் பொருள் எளிதில் வெடியுடன் தனிப் பொருள்களாய்ப் பிரியும். இவ்விகாரம், அந்த ஏகப் பிராணை உஷ்ணமுட்கொண்ட பொருளின் தன்மையைப் பொறுத்தே நடக்கிறது.



$$2Cl_2O \rightarrow 2Cl_2 + O_2 + 2 \times 17800 \text{ தா}$$

ஹரிதக-ஏக-பிராணையின் திண்மை அதிகமானதால் அதைக் 'காற்றை-மேல் விலக்கு முறையால்' சேகரிக்கலாம். அது எளிதில் தண்ணீரில் கரையும். 0°ச-ல் ஒரு பங்கு தண்ணீரில் 200 பங்கு (பருமன்) வாயு கரையும். அவ்விலயனம் அமிலகுணம் பொருந்தியது.



$$Cl_2O + H_2O \rightleftarrows 2HClO$$

அந்த அமிலம் க்ஷாரங்களுடன் சேர்ந்து உப-ஹரிதசஜங்களைத் தரும். அவ்வாயுவும் க்ஷாரங்களுடன் விகாரிக்க, உப-ஹரிதசஜங்களுண்டாகும்.



$$Cl_2O + 2KOH = 2KClO + H_2O$$

அது வீரியமுள்ள வர்த்தனி. அதில் கந்தகம் பற்றி எரியும்பொழுது கந்தக-துவி-பிராணையும் கந்தக-ஹரிதகையும் ஹரிதகமுமுண்டாகும்.



$$2Cl_2O + 3S \rightarrow SO_2 + S_2Cl_2 + Cl_2$$

பாஸ்வரம், அநேக உலோகங்கள், பாஷாணம், அஞ்சனம் முதலியவை (தூளாயிருக்கும் ஸ்திதியில்) அதில் பற்றி எரிந்து, உரிய பிராணைகளாகவும் ஹரிதகைகளாகவும் மாறும். அது அப்ஜனக-ஹரிதகையை ஹரிதகமாக விருத்திசெய்கிறது (பிராணீகரணம்). அது தண்ணீரில் கரையுமளவும், இரஸத்துடன் நேரே விகாரிக்காமலிருக்குந்தன்மையும் (அதை இரஸத்தின்மேல் சேகரிக்கலாம்) ஹரிதக-ஏகபிராணையை ஹரிதகத்திலிருந்து பகுத்தறிவிக்குங் குணங்களாம்.

சங்கலனம் :—அதன் அமைப்பைப் பாலார்டும் கே-லூஸாக்கும் சோதித்தறிந்தனர். இரஸத்துக்குமேல் வாயு-அளவு-குழாயில் (Eudiometer) அதைச் சேகரித்து, அதன் பருமனைக் குறித்துக்கொண்டு, பிறகு, மின்சாரப் பொறிகளால் தாக்க, பருமன் இன்னும் அரைப்பங்கு கூடும். விகாரத்திலேற்பட்ட வாயுக் கலவையைப் பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்துடன் விகாரிக்கச்செய்ய,

சோதனைக்கு முன்னிருந்த பருமனில் பாதியே நிற்கும். அவ்வாயு பிராணவாயுவென்றுங் காணப்படும்.

2 பரும ஹரிதக-ஏக-பிராணை = 3 பரும வாயுக்கலவை

கலவையிலுள்ள பிராணவாயு = 1 பருமன்

,, ஹரிதகம் = 2 பருமன்

∴ 2 பரும ஹரிதகம் + 1 பரும பிராணவாயு = 2 பரும ஹரிதக-ஏக-பிராணை.

அவோகாட்ரோ நியாயப்படி

2 அணு ஹரிதகம் + 1 அணு பிராணவாயு = 2 அணு ஹரிதக-ஏக-பிராணை.

∴ 1 அணு ஹரிதகம் + $\frac{1}{2}$ அணு பிராணவாயு = 1 அணு ஹரிதக-ஏக-பிராணை.

அதாவது ஓர் அணு ஹரிதக-ஏக-பிராணையில் 2 பரமாணு ஹரிதகமும் 1 பரமாணு பிராணவாயுவும் அமைந்திருக்கவேண்டும்.

∴ அதன் சுலப சங்கேதம் = Cl_2O

சுலப சங்கேதத்திற்குரிய பாரம் = $2 \times 35{\cdot}46 + 16$
$= 86{\cdot}92$

அதன் ஆவி திண்மை = 43·5

∴ அதன் அணுபாரம் = $2 \times 43{\cdot}5 = 87$.

∴ அதன் அணுசங்கேதம் = Cl_2O.

உப-ஹரிதசாமிலம் HClO (Hypochlorous acid) அவ்வமிலம் இதுவரை சுத்தமான நிலையில் தயாரிக்கப்படவில்லை. அதன் விலயனந்தான் தயாரிக்கப்பட முடியும்.

தயாரிக்கும் முறைகள்

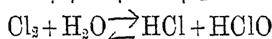
(1) ஆட்லிங் (Odling) முறை :—

1860-ம் வருஷத்தில் ஆட்லிங் (Odling) என்பவர் நிரம்ப விநோதமான முறையில் அதைத் தயாரித்தார்.

அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தை நேராகப் பிராணவாயுவுடன் சேரும்படிச் செய்தார். சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தின் வழியாய்க் குமிழ்த்த காற்றை இளஞ்சூடுள்ள பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜ விலயனத்திற் புகுந்துவரச் செய்து வெளிவந்த வாயு மிச்ரத்தைக் குளிரச்செய்து உப-ஹரிதசாமில விலயனத்தை அடைந்தார்.

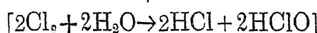
(2) ஹரிதக-ஏக-பிராணை தண்ணீரில் கரைய உப-ஹரிதசாமில விலயனமுண்டாகிறதென்று முன்பே குறித்தோம்.

(3) ஹரிதகத்தைத் தண்ணீரில் கரைக்க விலயனத்தில் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலமும் உப-ஹரிதசாமிலமும் உண்டாகி ஒரு சாமியஸ்திதி ஏற்படுகிறது.

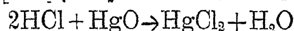


$$Cl_2 + H_2O \rightleftarrows HCl + HClO$$

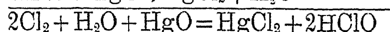
இவ்விபரீத விகாரத்திலேற்படும் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தை விலக்குவோமானல், உப-ஹரிதசாமிலம் மீதிநிற்கும்; சாமியஸ்திதியும், வலப்பக்கமாகவே விலக்கப்படும். அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தை விலக்க அற்பமாகக் கரையும் உலோகப் பிராணையையோ, அல்லது அப்ஜ-பிராணையையோ, இங்காலிகஜத்தையோ (உ-ம் HgO, $CaCO_3$, Ag_2CO_3) உபயோகிக்கலாம். அப்பொழுது ஆவியாக மாருத ஹரிதகையுண்டாகும். விலயனத்தைக் காய்ச்சி வடித்து உப-ஹரிதசாமில விலயனத்தைத் தயாரிக்கலாம். உப-ஹரிதசாமிலம் அற்ப பலமுள்ளதாகையால் உலோகப் பிராணை, அப்ஜ-பிராணை இங்காலிகஜம் முதலியவைகளுடன் விகாரிப்பதில்லை. ஆகையால் இரசிக-பிராணையையோ, கால்ஸிய-இங்காலிகஜத்தையோ தண்ணீரில் தொங்கவிட்டு, அதில் ஹரிதகத்தைச் செலுத்திக் கரையாது நின்ற பொருள் கரைந்தவுடன் விலயனத்தைக் குறைந்த-அழுக்கத்தில் காய்ச்சி வடிக்கவும்.



$$[2Cl_2 + 2H_2O \rightarrow 2HCl + 2HClO]$$

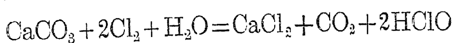


$$2HCl + HgO \rightarrow HgCl_2 + H_2O$$



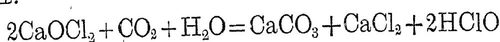
$$2Cl_2 + H_2O + HgO = HgCl_2 + 2HClO$$

அதேவிதமாகக் கால்ஸிய-இங்காலிகஜஞ் சேர்ந்த விகாரத்தைச் சமீகரணங்கொண்டு காட்டுவோம்.



$$CaCO_3 + 2Cl_2 + H_2O = CaCl_2 + CO_2 + 2HClO$$

(4) சலவைச் சூரணத்தை (Bleaching powder) வேண்டிய அளவு நீரிட்ட பாக்கியகாமிலத்துடன் சேர்த்துக் குறைந்த அழுக்கத்தில் காய்ச்சி வடித்தோ, அல்லது சலவைச் சூரணத்தையும், பொறனிகாமிலத்தையும் (Boric acid) சிறிதளவு தண்ணீரையுஞ் சேர்த்துக் குறைந்த அழுக்கநிலையில் காய்ச்சி வடித்தோ, உபஹரிதசாமில விலயனத்தைத் தயாரிக்கலாம். அல்லது, சலவைச் சூரணத்தைத் தண்ணீரில் தொங்கவிட்டு, தண்ணீரை 0°ச-வுக்குக் குளிர்வித்து அதன்வழியே இங்கால-துவி-பிராணையைச் செலுத்தியும் அவ்வமிலத்தைத் தயாரிக்கலாம்.



$$2CaOCl_2 + CO_2 + H_2O = CaCO_3 + CaCl_2 + 2HClO$$

அதிகவளவில் தயாரிக்க இதுவே சிறந்த முறையாம்.

(5) பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணை போன்ற க்ஷார விலயனத்தில் (க்ஷாரம் எப்பொழுதும் அதிக அளவிலேயே இருக்கவேண்டும்) ஹரிதகத்தைச் சாதாரண உஷ்ணநிலையில் (குளுமை செய்வது நலம்) செலுத்த, க்ஷார-உலோக ஹரிதகையும், உப-ஹரிதசஜமும் உண்டாகும்.

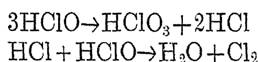


$$2KOH + Cl_2 \rightarrow KCl + KClO + H_2O$$

வேண்டிய அளவிற்குச் சற்றுக் குறைவாகவே நீரிட்ட பாக்கியகாமில விலயனத்தை மேற்கண்ட ஹரிதகை-உப ஹரிதசஜமிச்ரத்துடன் கலந்து, குறைந்த அழுக்கத்தில் காய்ச்சி வடித்து அதைத் தயாரிக்கலாம். எந்த உப-ஹரிதசஜத்துடனும் நீரிட்ட பாக்கியகாமிலத்தைச் சேர்த்துக் காய்ச்சி வடித்து அதைத் தயாரிக்கலாம். அந்த அமிலம் பலங் குறைந்தது.

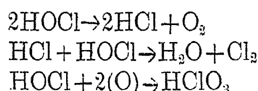
(6) கோல்ட்ஷ்மிட் (Goldschmidt) கையாண்ட முறைப்படி, ஹரிதக நீர்ப்பொருளை (Chlorine hydrate) மஞ்சள் இரசக-பிராணையுடன் கலந்து அக்கலவையைக் குறைந்த அமுக்க நிலையில் காய்ச்சி வடித்து, 25% விலயனத்தைத் தயாரிக்கலாம்.

குணங்கள் :—அந்த அமிலத்தை இதுவரை ஒருவரும் சுத்தநிலையில் தயாரிக்காதது அது நிலையற்றதன்மை பொருந்தியதினாலேயே. விலயனத்தைச் சூடுசெய்ய, ஹரிதகிகாமிலமும் (Chloric acid) அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலமும் உண்டாகின்றன. அப்ஜ-ஹரிதகி காமிலம் பிராணீகரிக்கப்பட்டு ஹரிதகமும் வெளிவரும்.



$$3HClO \rightarrow HClO_3 + 2HCl$$
$$HCl + HClO \rightarrow H_2O + Cl_2$$

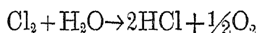
விலயனத்தைச் சூரிய வெளிச்சத்தில் வைக்க, மேலே குறித்த சமீகாரணங்களிலுள்ள விளைபொருள்கள் உண்டாவதும் அன்னியில் பிராணவாயுவும் வெளிவரும்.



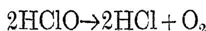
$$2HOCl \rightarrow 2HCl + O_2$$
$$HCl + HOCl \rightarrow H_2O + Cl_2$$
$$HOCl + 2(O) \rightarrow HClO_3$$

அமில விலயனம் மஞ்சள் நிறமும், ஹரிதகத்தின் மணமும் பொருந்தியது. சுண்டின விலயனம் பொன் மஞ்சள் நிறமுடையது. அது ஒரு பலங் குறைந்த அமிலம். வெகு எளிதில் அது பிரிந்து அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலமாகவும் பிராணவாயுவாகவும் மாறும். எனவே, அது ஓர் உயர்தர வர்த்தனி. (உ-ம்) மாங்கனச அமிலஜங்களிலிருந்து, நீர்-மாங்கனஜ-துவி-பிராணையையும், க்ஷார விலயனத்திற் கரைந்துள்ள ஸீஸ அமிலஜங்களிலிருந்து, ஸீஸ-துவி-பிராணையையும் அது அவபதிக்கும். அமிலித்த பாடலகை விலயனத்திலிருந்து பாடலகத்தை விலக்கும் (பசைமாவிலயனங்கொண்டு சோதிக்க). அவ்வமிலம் திறமாய்ச் சலவை செய்யும் பொருள் (ஜனித பிராணவாயு).

லிட்மஸ்தாளை அவ்விலயனங்கொண்டு சோதிக்கவும். சலவை செய்யுந் திறமையில், தனியேயுள்ள சமான எடை ஹரிதகத்தைப்போல் அவ்வமிலம் இரட்டிப்புப் பலங் கொண்டது.



$$Cl_2 + H_2O \rightarrow 2HCl + \tfrac{1}{2}O_2$$

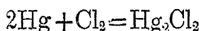


$$2HClO \rightarrow 2HCl + O_2$$

நிறம், மணம், சலவைசெய்தல் முதலிய குணங்களில் இவ்வமிலம் ஹரிதகத்தண்ணீரை ஒத்திருக்கிறது. இவ்வி ரண்டையும் கீழேகண்டுள்ள சோதனையாற் பகுத்தறியலா கும். விலயனத்தைச் சிறிதளவு இரஸத்துடன் குலுக்க, உப-ஹரிதசாமிலம் பழுப்புமஞ்சள் நிறமுடைய க்ஷார-இர சிக-ஹரிதகை அவபதிதத்தையும், ஹரிதகத் தண்ணீர் வெண்ணிறமுள்ள இரச-ஹரிதகை அவபதிதத்தையுங் கொடுக்கும்.



$$Hg + HClO = Hg(OH)Cl$$



$$2Hg + Cl_2 = Hg_2Cl_2$$

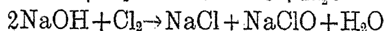
இன்னும் ஹரிதகத் தண்ணீர் நீல லிட்மஸை முதலிற் சிவப்பாக்கிப் பின்பு வெளுக்கும்; உப-ஹரிதசாமிலம் அதைச் சிவப்பாக்காமல் வெளுக்கும். சீமைச்சுண்ணும் புப்பொடியுடன் ($CaCO_3$), ஹரிதகத் தண்ணீர் சேர்க்கப் பட, நுரைக்கும் (CO_2 உண்டாவதால்); உப-ஹரிதசாமி லத்துடன் ஒரு விகாரமும் ஏற்படுவதில்லை. இரஜத-பாக்கிய மிகஜ விலயனத்துடன் ஹரிதகத் தண்ணீர் உடனே இரஜத-ஹரிதகை அவபதிதத்தைக் கொடுக்கும்; உப-ஹரிதசா மிலம் உடனே அவபதிதத்தைக் கொடுக்காது; அவபதிதம் மெதுவாக உண்டாகும். ஹரிதகத்தண்ணீருடன் சுண்டின ஸீஸ-சாராயிகஜ விலயனத்தைச் சேர்க்க ஸீஸ-ஹரிதகை அவபதிக்கும், அவ்வவபதிதம் சூடு செய்யப்படக் கரை யும்; உப-ஹரிதசாமிலத்துடன் அவபதிதம் ஏற்படுவ தில்லை, விலயனத்தைக் கொதிக்கவிட பழுப்புநிறமுள்ள ஸீஸ-துவி-பிராணை அவபதிக்கும்.

உப-ஹரிதசஜங்கள் (Hypochlorites)

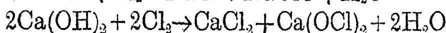
உப-ஹரிதசாமிலம் ஏகக்ஷாரத்வ அமிலமாதலால், உபஹரிதசஜமென்ற ஒருவகை உப்பையே கொடுக்கிறது. சாதாரண உஷ்ணநிலையில் நீரிட்ட க்ஷார விலயனங்களில் ஹரிதகத்தைச் செலுத்த, ஹரிதகையும் உப-ஹரிதசஜமுமுண்டாகும் என்று முன்பு கண்டோமல்லவா? உப-ஹரிதசஜங்களும் சூடுசெய்யப்பட்டால் எளிதில் மாறுபவைகளாகையால், அவைகளைச் சுத்தமான நிலையில் தயாரிப்பது கடினம். அவற்றை விலயனத்திலேயே தயாரிப்பது வழக்கம்.



$$2KOH + Cl_2 \rightarrow KCl + KClO + H_2O \; *$$



$$2NaOH + Cl_2 \rightarrow NaCl + NaClO + H_2O$$



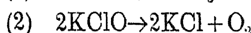
$$2Ca(OH)_2 + 2Cl_2 \rightarrow CaCl_2 + Ca(OCl)_2 + 2H_2O$$

அவ்வமிலத்தை க்ஷார விலயனங்களுடன் சேர்த்து, விலயனத்தைக் குறைந்த அமுக்க உஷ்ண நிலைகளில் வற்றவைத்து உப-ஹரிதசஜங்களைத் தயாரிக்கலாம்.

உப-ஹரிதசஜங்களும் நிலையற்ற பொருள்களே. சூடு செய்தால் (1) ஹரிதகைகளாகவும், ஹரிதகிகஜங்களாகவும் (2) ஹரிதகையாகவும் பிராணவாயுவாகவும் அவை மாறும்.



$$(1) \quad 3KClO \rightarrow KClO_3 + 2KCl$$



$$(2) \quad 2KClO \rightarrow 2KCl + O_2$$

அவை மேற்கண்டவாறு சிறிதுகாலம் வைக்கப்பட்டிருப்பினும் மாறிவிடும்.

அவை விலயனத்திற் கரைந்திருக்குங்காலும், அமிலத்தைப்போல் விபாகித்துப் பிராணவாயுவை வெளிவிடும்.

---

* இவ்விலயனமிச்ரத்திற்கு யூடீஜாவெலே (eau de Javelle) என்று பெயர். இது 1789-ம் ஆண்டுமுதல் ஒரு சலவைச் சரக்காக உபயோகிக்கப்பட்டு வருகிறது. ஸோடா க்ஷாரத்தையுபயோகித்த அவ்விதப் பொருளுக்கு யூடீலாபரா (eau de Labarraque) என்று பெயர். அது முதன்முதலில் 1820-ம் ஆண்டில் உபயோகிக்கப்பட்டது.

இவ்விபாகம், கோபத அல்லது நிக்கல உப்புக்கள் ஸ்பர்ச கர்த்தாக்களாக இருக்குங்கால், வெகு துரிதமாக நடக்கும். ஆகையால், உப-ஹரிதசஜங்களைத் திடஸ்திதியில் தயாரிப்பது எளிதல்ல.

அவைகளிலிருந்து எளிதில் பிராணவாயு பிரிவதால், அவையாவும் வீரிய வர்த்தனிகள்; சலவைச் சரக்குகள். சலவை செய்ய முக்கியமாக இரண்டு பொருள்கள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. (1) ஸோடிய-உபஹரிதசஜம் NaClO (Sodium Hypochlorite) (2) சலவைச் சூரணம் CaCl(OCl) (Bleaching powder): (1) ஸோடிய-உபஹரிதசஜத்தை வெகு எளிதில் மின்சார முறையில் தயாரிக்கலாம். சாதாரண உப்புக்கரைந்த விலயனத்தை மின்சாரிக்க, ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணியும் ஹரிதகமும் அப்ஜனகமுமுண்டாகும். விகாரத்திற்குரிய உபகரணத்தை வேண்டியபடி ஜோடித்து ஹரிதகத்தை ஸோடிய-அப்ஜ பிராணியுடன் விகாரிக்கச் செய்யலாம். இவ்விலயனத்தை எல்லா ஆடைத் தொழிற்சாலைகளில் ஆடைகளைச் சலவை செய்ய உபயோகிக்கிறார்கள்.



$$2NaOH + Cl_2 = NaCl + NaClO + H_2O$$

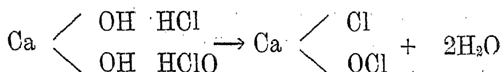
மஸ்ப்ராட், ஸ்மித் (Muspratt and Smith) என்பவர்கள் 1898-ம் ஆண்டில் இவ்வுப்பைத் திடஸ்திதியில் தயாரித்தனர். அதன் சங்கேதம் $NaClO6H_2O$.

சாதாரணமாய், அதன் விலயனத்தைக் காய்ச்சி வற்ற வைக்க, ஹரிதகையாகவும் ஹரிதகிகஜமாகவும் அது மாறிவிடும்.



$$3NaClO = 2NaCl + NaClO_3$$

(2) சலவைச் சூரணம்:—நீற்றின சுண்ணாம்புடன் ஹரிதகஞ் சேர்ந்து சலவைச் சூரணத்தைக் கொடுக்கும்.

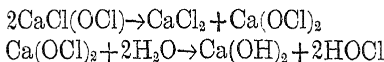


$$Ca\begin{cases} OH & HCl \\ OH & HClO \end{cases} \longrightarrow Ca\begin{cases} Cl \\ OCl \end{cases} + 2H_2O$$

தொழில் முறை :—கல்லாற் கட்டப்பட்ட ஓர் அறையில், பல துவாரங்களுள்ள தட்டுகளை அமைத்து, தட்டுகளின்மேல் புதுக்கப்பூத்த (நீற்றின) சுண்ணும்புப் பொடியைப் பரப்பி, [இதில் $Ca(OH)_2$ என்ற சங்கேதத்திற்கேற்ற தண்ணீருக்குமேல் சுமார் 4% நீர் அதிகமிருத்தல் வேண்டும்] டீகன் முறையில் தயாரித்த ஹரிதகத்தை (கரியமலவாயு அப்ஜனக-ஹரிதகை முதலியவைகளில்லாமல் சுத்தஞ் செய்யப்பட்டிருக்கவேண்டும்.) அறையின் அடிப்பாகத்தின் வழியாய்ச் செலுத்துகிருர்கள். முதலில் வெகு ஆவலுடன் சுண்ணும்பு ஹரிதகத்தை இழுத்து உறிஞ்சிவிடும். வரவர, விகாரத்தின் வீரியம் குறைந்து கொண்டேவரும். தட்டுகளிலுள்ள பொடியை மரத் துடுப்புகளால் கிளறிவிட, விகாரிக்காத சுண்ணும்பு மேல் வந்து ஹரிதகத்துடன் சேரும். சாதாரணமாக 12 அல்லது 14 மணி நேரங்களில் விகாரம் முற்றிலும் முடிந்துவிடும். அறையின் மேற்பாகத்திலிருந்து சுண்ணும்புப் பொடியைத் தூவ, மீதிநின்ற ஹரிதகமும் உறிஞ்சிவிடப்படும். உஷ்ணநிலை 30°ச-லிருந்து 40°ச-க்குள்ளிருக்க வேண்டும். இம்முறையிற் செய்த சலவைச் சூரணத்தில் 37-39% ஹரிதகம் பயனுள்ளதாயிருக்கும். வியாபாரச் சூரணத்தில் எப்பொழுதும் சுண்ணும்பு கொஞ்சஞ் சேர்ந்தே இருக்கும். இன்னும் அதில் கால்ஸிய-ஹரிதகை-சதுர் அப்கிகஜமும் $CaCl_2 4H_2O$ (Calcium chloride tetrahydrate) கால்ஸிய-ஹரிதகிகஜமும் $Ca(ClO_3)_2$ காணப்படலாம். இங்ஙனந் தயாரித்த சரக்கு மெதுவான வெள்ளைத் தூள், காற்றிலுள்ள ஈரத்தை இழுக்கும். அது ஹரிதக மணம் வீசும். காற்றிலுள்ள கரியமிலவாயு அதிலிருந்து உப-ஹரிதசாமிலத்தை விலக்குவதே இம்மணம் வீசுதலுக்குக் காரணம்.

குணங்கள் :—அது தண்ணீரிற் சிறிதளவு கரைய, விலயனம் க்ஷாரத்தன்மை பொருந்தியதாயிருக்கும்.

ஏனென்றால் நீர்வியோகத்திலேற்படும் அமிலம் குறைந்த பலமுள்ளதாயும் க்ஷாரம் அதிக பலமுள்ளதாயுமிருக்கின்றன.



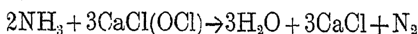
$$2CaCl(OCl) \rightarrow CaCl_2 + Ca(OCl)_2$$
$$Ca(OCl)_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + 2HOCl$$

நீர் விலயனத்தை ஒரு கோபத உப்புடன் சேர்த்துச் சூடு செய்யப் பிராணவாயு வெளிவரும். சலவைச் சூரணத்திலுள்ள தனித்திருக்கும் சுண்ணும்பு கோபத-அப்ஜ-பிராணையை அவபதிக்கச் செய்கிறது; அது, உப-ஹரிதசஜத்தால் பர-பிராணையாகப் பிராணீகரிக்கப்படுகிறது; இப்பர-பிராணை, ஸ்பர்சகர்த்தாவாக அமைந்து பிராணவாயுவை வெளியேறச் செய்கிறதுபோலும்.

(2) அதை நீரிட்ட அமிலத்துடன் கலக்க, உப-ஹரிதசாமில விலயனமுண்டாகும். அமிலத்தை அதிக அளவில் சேர்த்தால், ஹரிதகம் வெளியேறும். $CaOCl_2 + H_2SO_4 = CaSO_4 + H_2O + Cl_2$

(3) காற்றுப்பட அதை வைத்தால், அது விபாகிக்கும். அங்கு, காற்றிலுள்ள கரியமலவாயு நீராவியுடன் சேர்ந்து ஓர் அமிலம்போல் வேலைசெய்ய, ஹரிதகவாயு வீசும். சலவைச் சூரணம், அடைப்பானுள்ள சீசாக்களில் பத்திரப்படுத்திவைக்கப்பட்டிருந்தும் சிலகாலத்திற்குப் பிறகு கெட்டுவிடும்.

(4) அது அமோனியாவுடன் விகாரித்துப் பாக்கிய ஜனகவாயுவை வெளியேற்றும்.



$$2NH_3 + 3CaCl(OCl) \rightarrow 3H_2O + 3CaCl + N_2$$

(5) அதை, கோபத அல்லது நிக்கலப் பிராணைகளுடன் தண்ணீரில் சேர்த்துக் கொதிக்கவிடப் பிராணவாயு வெளியேறும்.

(6) அது ஒரு நல்ல சலவைச் சரக்கு. அது கரைந்த விலயனத்தில் ஆடையைத் தோய்த்து பிறகு நீரிட்ட அமிலத்தில் மறுபடியும் தோய்க்க, உப-ஹரித சாமிலமுண்

டாகிச் சலவைசெய்யும். ஹரிதகமும் தனித்து வெளி வரும். இது ஆடைகளிலுள்ள நூல்களைத் தின்றுவிடுமா கையால், சலவை செய்தபிறகு, அதிக நீர்விட்டுப் பெருக்கிய ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜ விலயனத்தில் அவ்வாடைகளை நனைக்கவேண்டும். ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜம் ஹரிதகநாசனி (Antichlor). ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜத்திற்குப் பதிலாகக் கந்தசாமில அல்லது கந்தசஜ விலயனத்தையும் ஹரிதக-நாசனியாக உபயோகிக்கலாம். ஆடைகளில் எண்ணெய்ப்பிசுக்கு இருப்பின், அவற்றை முதலில் நீராற்பெருக்கிய ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்தில் கொதிக்கவைத்துப் பின்பு சலவைச் சூரண விலயனத்தில் அமுக்கிவைப்பார்கள். அதன்பின், அவ்வாடைகளை உடனே நீரிட்ட அமிலத்தில் அமுக்குவதற்குப் பதிலாகக் காற்றுப்பட சிலமணிநேரங்கள் வைத்திருப்பதுமுண்டு. காற்றிலுள்ள கரியமிலவாயு உப-ஹரிதசாமிலத்தை விடுவிக்கச் சலவை விகாரம் நடப்பதுபோலும்.

(7) அது ஒரு நல்ல வர்த்தனி. பொட்டாஸிய-பாடலகை விலயனத்தை சாராயிகாமிலத்தால் அமிலித்து, சலவைச் சூரணத்தைச் சேர்க்க உடனே பாடலகம் வெளி வரும். வர்த்தனியாயுள்ள ஹரிதகம் பாடலகத்தை விலக்குகிறது. விலயனத்திலுள்ள சலவைச் சூரண அளவைத் தெரிந்துகொண்டும், விலயனத்தைத் தெரிந்த அளவில் உபயோகப்படுத்தியும், வெளிவந்த பாடலகத்தை திட்ட-ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜ விலயனத்தால் அளவிட்டும், சலவைச் சூரணத்திலுள்ள பயன்படு-ஹரிதகத்தைக் (Available chlorine) கணக்கிடலாம்.

உபயோகம்:—தொழிற்சாலைகளில் நூல், துணி முதலியவைகளையும், காகிதக் கூழையும் வெளுக்க அது அதிகமாக உபயோகப்படுகிறது. சோதனைச்சாலைகளில் அதை ஒரு வர்த்தனியாக உபயோகிக்கிறார்கள். அது, நச்சுக் காற்றைக் கெடுக்கும்.

சங்கலனம் :—சலவைச் சூரணம் ஒரு சுத்தமான ரஸாயனச் சேர்க்கைப் பொருளா அல்லது கலவையா என்ற சந்தேகம் வெகுநாள்வரையில் தெளிவுபடாமலே இருந்தது. முதலில் அதைச் சுண்ணும்பும் ஹரிதகமும் சேர்ந்த அணுச்சேர்க்கை "$CaO.Cl_2$" என்று கே-லூஸாக் நினைத்து, "சுண்ணும்பின்-ஹரிதகை" (Chloride of lime) என்றும் அதற்குப் பெயர் சூட்டினுர்.

1835-ம் ஆண்டில் பாலார்ட் (Balard) என்பவர் அதைக் கால்ஸிய-ஹரிதகையும் கால்ஸிய உபஹரிதசஜமும் அவ்வவற்றின் அணுபார அளவுகளிற் சேர்ந்த கலவை, $CaCl_2.Ca(OCl)_2$ என்றெண்ணினுர். சலவைச் சூரணத்தில் கால்ஸிய-ஹரிதகை தனித்திருப்பதாகச் சோதனையிற் காணும் தோற்றங்கள் காட்டவில்லை.

(1) கால்ஸிய-ஹரிதகை, கசியுந்தன்மை பொருந்தியது. நன்முய்ச் செய்யப்பட்ட சலவைச் சூரணம் கசியுந் தன்மைபொருந்தியதல்ல.

(2) கால்ஸிய-ஹரிதகை சாராயத்திற் கரையும் பொருள். சலவைச் சூரணம் சாராயத்தில் கரையாது. சாராயத்துடன் அதைச் சேர்த்துக் குலுக்கி, சாராயத்தை இறுத்து, அதை வற்றவைத்துக் கால்ஸிய-ஹரிதகை வருகிறதா என்று பார்க்க, அதில் கால்ஸிய-ஹரிதகை இல்லையென்றே காண்போம். ஆகையால் சலவைச் சூரணத்தில் கால்ஸிய-ஹரிதகை தனித்து இல்லையென்றே வெளியாகிறது.

(3) கலவைச் சூரணத்திலுள்ள ஹரிதகம் முழுவதையும் கரியமில வாயுவைக்கொண்டு விலக்கலாம். கால்ஸிய-ஹரிதகையிலிருந்து, இவ்விதம் ஹரிதகத்தைக் கரியமிலவாயுவால் விலக்கமுடியாது.

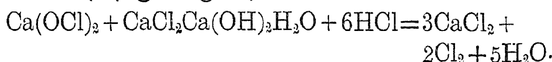
(4) கால்ஸிய-ஹரிதகையையும் கால்ஸிய-உப-ஹரிதசஜத்தையும் அணுபார அளவிற் கலந்து சலவைச் சூரணத்தை ஆக்க முடியவில்லை.

ஆனதுபற்றி, 1861-ம் ஆண்டில், ஆட்லிங் (Odling) என்பவர் சலவைச் சூரணத்திற் பெரும்பாகம் ஹரிதகோ-உப-ஹரிதசஜம் (Chlorohypochlorite) என்னும் பொருளாகவே இருக்கவேண்டுமென்றும், அப்பொருள் ஒரு மிச்ர-அமிலஜமாக (Mixed salt) இருக்கவேண்டுமென்றும் கருதி, அதற்கு $Ca \begin{matrix} \diagup Cl \\ \diagdown OCl \end{matrix}$ என்ற சங்கேதத்தைக் கொடுத்தார்.

மேற்கண்ட சங்கேதத்திலிருந்து கணக்கிட்டுப்பார்க்க, சலவைச் சூரணத்தில் சுமார் 49% "பயன்படு-ஹரிதகம்" இருத்தல்வேண்டும். விசேஷமுறையில் தயாரித்த உயர்தரச் சரக்கில் 44% பயன்படு-ஹரிதகமே இருக்கிறது. மேலும், நாளாக நாளாக மேற்படி அளவுங் குறைந்துகொண்டே வருகிறது. ஒருவேளை $6CaOCl_2 \rightarrow 5CaCl_2 + Ca(ClO_3)_2$ என்னும் விகாரம் நடப்பது காரணமாகலாம்.

கால்ஸிய-உபஹரிதசஜமும் நிலையுள்ள க்ஷார-கால்ஸிய ஹரிதகையும் சேர்ந்த கலவையே $[Ca(OCl)_2 + CaCl_2 Ca(OH)_2 H_2O]$ சலவைச் சூரணம் என்பது சிலரது கொள்கை. $3Ca(OH)_2 + 2Cl_2 = Ca(OCl)_2 + CaCl_2 Ca(OH)_2 H_2O + H_2O$.

உயர்தரச் சரக்கிலிருந்து 'பயன்படு-ஹரிதகம்' 44% கிடைப்பதும் கீழே குறிக்கப்பட்டுள்ள சமீகரணத்தை அநேகமாய்த் தழுவியிருக்கிறது.



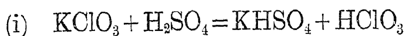
$$Ca(OCl)_2 + CaCl_2 Ca(OH)_2 H_2O + 6HCl = 3CaCl_2 + 2Cl_2 + 5H_2O.$$

1875-ம் வருஷத்தில் கிங்க்ஸெட் (Kingzett) என்பவர் $Ca(OCl)_2 4H_2O$ என்ற சங்கேதத்தையுடைய கால்ஸிய-உபஹரிதசஜத்தைத் தயாரித்துள்ளார்.

ஹரிதக-துவி-பிராணை ClO_2 (Chlorine dioxide)

அதை ஹரிதக-பர-பிராணை (Chlorine peroxide) என்றுஞ் சொல்வதுண்டு.

1815-ம் வருஷம் டேவி பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜத்தைச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் விகாரிக்கச் செய்து அவ்வாயுவைத் தயாரித்தார்.

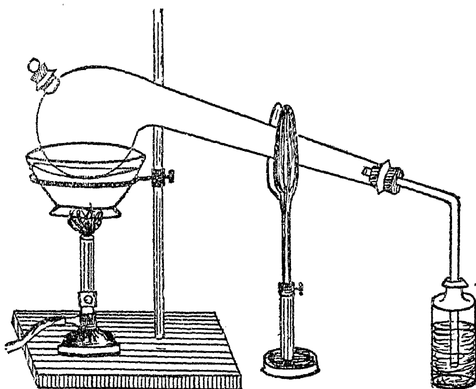


(i) $KClO_3 + H_2SO_4 = KHSO_4 + HClO_3$



(ii) $3HClO_3 = HClO_4 + 2ClO_2 + H_2O$

விகாரம் மேற்கண்டவாறு படிப்படியாய் நடக்கிறது. முதல் விகாரத்திலுண்டாகிய ஹரிதகிகாமிலம் $HClO_3$ (Chloric acid), பர-ஹரிதகிகாமிலமாகவும், $HClO_4$ (Perchloric acid), ஹரிதக-துவி-பிராணையாகவும் தண்ணீராகவும் மாறுகிறது.



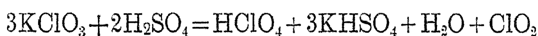
ஹரிதக-துவி-பிராணையைத் தயாரிக்கும் உபகரணம்

படம் 93

ஒரு சோதனைக் குழாயில் சிறிதளவு பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜத்தை ($KClO_3$) எடுத்துச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தைச் சேர். குழாயினுட் 'படபட' என்ற சப்தமேற்பட்டு வெடியுமுண்டாகலாம். குழாய்க்குள் ஒரு மஞ்சள் நிறமுள்ள வாயு வெளிக்கிளம்பி நிற்கும். குழா

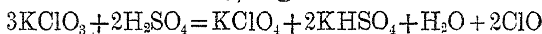
யைச் சிறிதளவு சூடு செய்தபோதிலும், ஒரு பலத்த வெடி-புண்டாகும். ஆகையால் எச்சரிக்கையுடன் இச்சோதனைகளைச் செய்யவேண்டும்.

(1) அதைத் தயாரிக்கக் கீழ்க்கண்ட முறையைக் கையாளலாம். இங்கு அவ்வளவு அபாயம் நேரிடாது. ஒரு கண்ணாடி வாலையில் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தை எடுத்து, படத்திற் காட்டியபடி அமிலங் குளிர்ந்திருக்க, வாலையின் அடிப்பாகத்தைத் தண்ணீர்க் கிண்ணத்திலமைத்து, பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜத் தூளை சிறிதளவு சிறிதளவாகச் சேர்க்க, ஒரு பழுப்பு நிறமான திரவம் உண்டாகும். வாலைக்கு அடைப்பானிட்டு திரவமிருக்கும் பாகத்தைமட்டும் வெந்நீரால் இளஞ்சூடுகாட்ட, ஹரிதக-துவி-பிராணை வெளியே வரும். காற்றை மேல்நோக்கி விலக்குமுறையால், அதைச் சேகரித்துச் சோதிக்கலாம்.



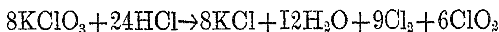
$$3KClO_3 + 2H_2SO_4 = HClO_4 + 3KHSO_4 + H_2O + ClO_2$$

அல்லது



$$3KClO_3 + 2H_2SO_4 = KClO_4 + 2KHSO_4 + H_2O + 2ClO$$

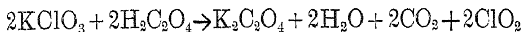
(2) பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜத்தைச் சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் சேர்த்துச் சூடுசெய்ய ஹரிதகங் கலந்த ஹரிதக-துவி-பிராணையுண்டாகும். இக்கலவை ஒரு சுத்தச் சேர்க்கைப்பொருள் என்றும் அதன் சங்கேதம் Cl_2O_3 என்றும் டேவி நினைத்தார் (1811). ஆனால் திட்டமில்லாத அளவில் ஹரிதகமும் ஹரிதக-துவி-பிராணையுங் கலந்த மிச்ரமே அது. அது கலவை என்பதை பெபல் (Pebal, 1875) என்பவர் காட்டினார். அதன் பெயர் 'யூ-ஹரிதகம்' (Eu-chlorine).



$$8KClO_3 + 24HCl \rightarrow 8KCl + 12H_2O + \underbrace{9Cl_2 + 6ClO_2}_{\text{யூ-ஹரிதகம்}}$$

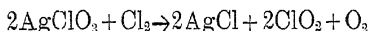
பரிசோதனைச் சாலையில் இக்கலவையைப் பிராணீகரண முறைகளில் உபயோகிக்கிறார்கள்.

(3) பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜத்தை (40 கி) ஆக்ஸாலிக அமிலத்துடனும் (oxalic acid) (150 கி), தண்ணீருடனும் (20 கி) நேராகச் சூரிய வெளிச்சம்படாமல் 60°ச-ல் சூடு செய்ய, ஹரிதக-துவி-பிராணையும் கரியமில வாயுவும் நிதானமாக வெளிவரும். (ப்ரே முறை—Bray's method.) இம்முறை அபாயமற்றது.



$$2KClO_3 + 2H_2C_2O_4 \rightarrow K_2C_2O_4 + 2H_2O + 2CO_2 + 2ClO_2$$

(4) இரஜத-ஹரிதகிகஜத்தை ($AgClO_3$) 90°ச உஷ்ணத்திற்குச் சூடுசெய்து அதன்மேல் ஈரமற்ற ஹரிதக வாயுவைச் செலுத்தி, விளைபொருள்களை உறை-மிச்ரத்திற் குளிர்விக்கப்பட்ட குழாயுட் புகவிட, சுத்தமான ஹரிதக-துவி-பிராணை திரவமாகத் தங்கும். பிராணவாயு வெளியேறும். (கிங்-பார்டிங்டன் முறை—King-Partington's method—1926.)



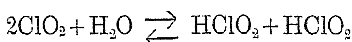
$$2AgClO_3 + Cl_2 \rightarrow 2AgCl + 2ClO_2 + O_2$$

குணங்கள் :—அது பழுப்பு-மஞ்சள் நிறமும் தலைவலியைக் கொடுக்கக்கூடிய ஒரு விசேஷ மணமுங்கொண்ட வாயு. 1823-ம் ஆண்டில் பாரடே செய்தபடி அதைக் குளிரச் செய்து சிவந்த-பழுப்பு நிறமுள்ள திரவமாக மாற்றலாம். அதன் கொதிநிலை 10°ச. இன்னுங் குளிரச் செய்து அதைத் திடஸ்திதிக்குக் கொண்டுவரலாம். திடப்பொருளின் உருகுநிலை-79°C. அது மிகவும் நிலையற்றது. ஒரு சோதனைக் குழாயில் அதைச் சேகரித்து, அதில் ஒரு சூடான கம்பியை நுழைக்க, ஒரு வெடியுடன் அது விபாகிக்கும். அதைச் சூடுசெய்தாலும், அதில் மின்சாரப் பொறிகளை விட்டாலும், சூரிய வெளிச்சத்திற் காட்டினாலும் அது வெடியுடன் பிரியும். சேதனப் பொருளைத் தொட்டுநிற்குங்காலும் அது அங்ஙனம் வெடிக்கும். வெகு சுலபமாக அது தன்னிடமுள்ள பிராணவாயுவை வெளிவிடுவதால் அது ஒரு வீர வர்த்தனி. கந்தகம், பாஸ்வரம், பல சேதனப்பொருள் அவ்வாயுவில் பற்றி எரியும்.

(1) சர்க்கரையைச் சிறிது பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜத்துடன் கலந்து, ஒரு மண் ஓட்டின்மேல் எடுத்து அதன்மேல் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தை ஒரு சொட்டு விடு. கலவை உடனே பற்றி எரியும். வெளிவந்த ஹரிதக-துவி-பிராணை சர்க்கரையைக் கொளுத்திவிடுகிறது. பின்பு அது பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜத்திலுள்ள பிராணவாயுவின் சகாயத்தால் எரிகிறது.

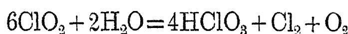
(2) தண்ணீர்த்தொட்டிக்குள் ஒரு சோதனைச் சீசாவை (Test glass) வைத்து பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜத்தைப் (30 கி.) போட்டு, தண்ணீரை (25 க.ச.மீ.) விட்டுப் பின்பு, கவனமாக அதனுள் சில மஞ்சள் பாஸ்வரத் துண்டுகளைப் போடு. ஒரு பெய்குழலை அதன் நுனி தண்ணீருக்குள்ளிருக்கும் திடப்பொருள்களைத் தொட்டு நிற்கும்படி வைத்து, அதை இரும்புத்தண்டில் பிடிப்பினுதவியால் நிறுத்திவை. பெய்குழலில் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தை ஊற்று. பின்பு அமிலத்தைத் திறந்துவிடு. கந்தகிகாமிலம் பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜத்துடன் சம்பந்தப்பட, ஹரிதக-துவி-பிராணை வெளிவந்து, பாஸ்வரத்தைத் தாக்க, சற்றுப் பச்சை நிற அனற்பொறிகள் படபடவென்ற சத்தத்தோடு தண்ணீருக்குள் சிதறுவது விந்தையாயிருக்கும்.

அது தண்ணீரிற் கரைந்து ஹரிதசாமிலமாகவும் $HClO_2$ (Chlorous acid) ஹரிதகிகாமிலமாகவும் $HClO_3$ (Chloric acid) மாறும்.



$$2ClO_2 + H_2O \rightleftarrows HClO_2 + HClO_2$$

ஆகையால் ஹரிதக-துவி-பிராணை ஒரு மிச்ர-நிர்ஜலாமிலம் (mixed anhydride). விலயனத்தைச் சூரிய வெளிச்சத்திற் காட்ட, ஹரிதக-துவி-பிராணை அதனிடமுள்ள தனிப்பொருள்களாயும், ஹரிதகிகாமிலமாகவும் பிரிகின்றது.



$$6ClO_2 + 2H_2O = 4HClO_3 + Cl_2 + O_2$$

இருட்டில் இன்னுஞ் சிக்கலான விகாரங்களேற்படும். அது பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணையுடன் விகாரிக்க, எதிர்பார்ப்பதற்கிணங்க, பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜமும், பொட்டாஸிய - ஹரிதசஜமும் (Potassium chlorite) அணுபார விகிதத்தில் உண்டாகின்றன.



$$2ClO_2 + 2KOH \rightarrow KClO_3 + KClO_2 + H_2O$$

சங்கலனம் :—டேவியும் கே-லூஸாக்கும் அவ்வாயுவைச் சோதித்ததில், 2 பருமன் வாயு, ஒரு பருமன் ஹரிதகத்தையும் 2 பருமன்பிராணவாயுவையும் கொடுத்ததைக் கண்டனர். அவோகாட்ரோ நியாயத்தின்படி அதன் சங்கேதம் ClO_2 ஆகத்தானிருக்கவேண்டுமென்று தெளிவுபடும்.

ஹரிதகிகாமிலமும் ஹரிதகிகஜங்களும் (Chloric acid and Chlorates)

ஒரு அமிலத்தைச் சார்ந்த அமிலஜம் (உப்பு) எளிதில் தயார் செய்யப்படுமேயாகில், அவ்வமிலத்தை, உரிய அமிலஜத்திலிருந்து தயாரிப்பதே வழக்கம். அமிலத்திலிருந்து அமிலஜத்தை அதிக அளவில் தயாரிப்பதில்லை. ஹரிதகிகஜங்களை எளிதில் தயாரிக்கலாம். அவைகளிலிருந்து ஹரிதகிகாமிலத்தைத் தயாரிப்பதே இலகுவானது. ஆகையால் ஹரிதகிகஜங்களைத் தயாரிக்கும் முறைகளையே முதலில் கவனிப்போம்.

ஹரிதகிகஜங்கள் (Chlorates)

(1) **கே-லூஸாக் முறை :**—குளிர்ந்த பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்தில் ஹரிதகத்தைச் செலுத்த ஹரிதகையும் ஹரிதசஜமுமுண்டாகும் என்றும், ஹரிதசஜத்தைச் சூடு செய்தால் ஹரிதகிகஜமாக மாறுமென்றும் முன்பே குறித்தோம். இவ்விரண்டு விகாரங்களையும் சேர்த்து ஒரே விகாரத்தில் ஹரிதகிகஜத்தைத் தயாரிக்கலாம். சூடான சுண்டின (30%) பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்தில் (வேறு ஹரிதகிகஜங்களைத்

தயாரிக்க உரிய க்ஷாரங்களை உபயோகிக்கலாம்.) ஹரிதகத்தைச் செலுத்தப் பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜமுண்டாகும்.

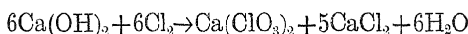
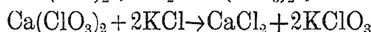

$$2KOH + Cl_2 \rightarrow KClO + KCl + H_2O$$

$$3KClO \rightarrow KClO_3 + 2KCl$$

$$6KOH + 3Cl_2 \rightarrow KClO_3 + 5KCl + 3H_2O$$

ஒவ்வொரு ஹரிதகிகஜ அணுவிற்கும் 5 அணு ஹரிதகை உண்டாகிறது. இவ்விரண்டு அமிலஜங்களையும் பின்ன ஸ்படிகீகரண முறையால் (Fractional crystallization) பிரிக்கலாம். ஹரிதகிகஜங்களின் கரைமானம் ஹரிதகைகளின் கரைமானத்தைவிடக் குறைந்ததாகையால், ஹரிதகிகஜங்களே விலயனத்திலிருந்து முதலில் விலகிப் படியும். அதை வடிகட்டி, சிறிதளவு குளிர்ந்த தண்ணீர் விட்டுக் கழுவி, கொதி தண்ணீரிலிருந்து புனஸ்படிகீகரணஞ்[1] செய்ய, சுத்தமான உப்புக் கிடைக்கும்.

(2) பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணையின் விலை அதிகமானதால், லீபிக் என்பவர் நீற்றின சுண்ணும்பை உபயோகித்துக் கால்ஸிய-ஹரிதகிகஜத்தைத் தயாரித்து, விகாரம் முடிந்தவுடன் தெளிந்த விலயனத்தை வற்றக்காய்ச்சி, அச்சுண்டின விலயனத்துடன் போதுமான பொட்டாஸிய-ஹரிதகையைச் சேர்த்தார். பரஸ்பர வியோகத்தால் பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜமும் கால்ஸிய-ஹரிதகையுமுண்டாக, குறைந்த கரைமானமுள்ள பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜம் பிரிந்து வெளிப்பட்டது. அதைப் பிரித்து எடுத்துவிட்டுத் தாய் திரவத்தை வற்றக் காய்ச்ச, மற்றொரு போகம் (another crop) ஹரிதகிகஜம் வெளிவந்தது.

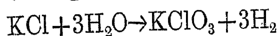

$$6Ca(OH)_2 + 6Cl_2 \rightarrow Ca(ClO_3)_2 + 5CaCl_2 + 6H_2O$$

$$Ca(ClO_3)_2 + 2KCl \rightarrow CaCl_2 + 2KClO_3$$

(3) தற்காலமுறை மின்சார முறையே. மின்சார முறையால் பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜத்தைத் தயாரிப்ப

[1] புனஸ்படிகீகரணம் = Recrystallization.

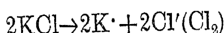
தில் கொள்முதல் அதிக அளவில் குறைகிறது. ஒரு டன் அமிலஜத்தின் விலை பழைய முறையில் 60 பவுன் அடங்கிற்று. புது முறையில் அது 35 பவுனுக்குக் குறைந்து விட்டது.

சூடான பொட்டாஸிய-ஹரிதகையை மின்சாரிக்க, பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜமும் அப்ஜனகமுமுண்டாகின்றன. விகாரத்தின் ஆதியையும் அந்தத்தையும்

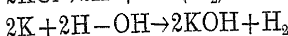


$$KCl + 3H_2O \rightarrow KClO_3 + 3H_2$$

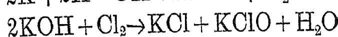
என்ற சமீகரணத்தால் காட்டிவிடலாம். ஆனால், சந்தேகமின்றி, விகாரம் படிப்படியாகவே நடக்கும். முதலில் பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணையும் ஹரிதகமும் அப்ஜனகமுமுண்டாகின்றன. ஹரிதகமும் பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணையுஞ் சேர்ந்து பொட்டாஸிய-ஹரிதகையையும் பொட்டாஸிய-ஹரிதசஜத்தையும் கொடுக்கும். ஹரிதசஜமும் ஹரிதகிகஜமாக மாறும். ஆகையால் மின்சார-வியோகம் ஏற்படும் உபகரணத்தை ஒரு திரவமுள்ள பாத்திரத்தில் அமைத்துச் சூடு செய்வார்கள்.



$$2KCl \rightarrow 2K^{\cdot} + 2Cl'(Cl_2)$$



$$2K + 2H-OH \rightarrow 2KOH + H_2$$



$$2KOH + Cl_2 \rightarrow KCl + KClO + H_2O$$



$$3KClO \rightarrow KClO_3 + 2KCl$$

விகாரத்திலுண்டாகும் பொட்டாஸிய-ஹரிதகையும் மின்சாரிக்கப்படும். ஆகையால் இவ்விகாரத்தின் முடிவில் பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜமும் அப்ஜனகமுமே விளைபொருள்களாகத் தோன்றுகின்றன. ஆனால் பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜத்தின் கரைமானம் குறைவானதால், அது பிரிந்து வெளிவந்து உபகரணத்திலுள்ள ஒரு பாகத்தை அடைத்துவிடுகிறது. ஸோடிய-ஹரிதகிகஜத்தின் கரைமானம் அதிகமானதால், சூடான ஸோடிய-ஹரிதகை விலயனத்தை மின்சாரித்துப் பிறகு விலயனத்துடன் வேண்டிய அளவில் பொட்டாஸிய-ஹரிதகையைச்

சேர்க்க, பரஸ்பர வியோகத்தால், பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜமும் ஸோடிய-ஹரிதகையுமுண்டாகும். இவ்விரண்டு அமிலஜங்களையும் பின்ன ஸ்படிகீகரண முறையால் பிரித்து எடுத்துவிடலாம். அங்ஙனம் தயாரித்த அமிலஜத்தை இரண்டு மூன்று தடவை கொதிதண்ணீரில் கரைத்து புனஸ்படிகீகரணஞ்செய்து சுத்திசெய்யலாம்.

பேரிய - ஹரிதகிகஜத்தைத் [$Ba(ClO_3)_2$ Barium chlorate] தயாரிக்க, பேரிய-ஹரிதகை விலயனத்தைச் சூடான நிலையில் மின்சாரிக்கிறார்கள். பின்பு விலயனத்தை வற்றவைத்து 0°ச-க்கு குளிர்விக்க, முதலில் பேரிய-ஹரிதகிகஜமே வெளிவரும். அதிக உஷ்ண நிலைகளில் பேரிய-ஹரிதகையினுடைய கரைமானமும் பேரிய-ஹரிதகிகஜத்தினுடைய கரைமானமும் கிட்டத்தட்ட ஒன்றாயிருப்பதால், இரண்டுஞ் சேர்ந்தே வெளிவரும். அவைகளைப் பிரித்து எடுப்பது முடியாத காரியம்.

குணங்கள் :—கரைமானத்தில் வித்தியாசமிருந்தும் எல்லா ஹரிதகிகஜங்களும் தண்ணீரில் கரையக்கூடியவையே. இரஜத-ஹரிதகிகஜமும், இரசிக-ஹரிதகிகஜமும் தண்ணீரிற் கரைவன. ஆகையால், ஹரிதகிகஜ விலயனத்துடன் இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்தைச் சேர்க்க, அவபதிதங் காணப்படமாட்டாது. (ஹரிதகையினின்று வேற்றுமை.) ஹரிதகிகஜங்களெல்லாம் கூடியமட்டில் நிலையுள்ள பொருள்களே. சூடு செய்தால் ஹரிதகைகளாகவும் பிராணவாயுவாகவும் பிரியும். பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜத்தை 340°ச-க்குமேல் 610°ச-க்குள் சூடு செய்தால் பொட்டாஸிய-பர-ஹரிதகிகஜமாகவும் பொட்டாஸிய-ஹரிதகையாகவும் பிராணவாயுவாகவும் மாறுமென்று பிராணவாயுவின் அத்தியாயத்திலேயே கூறியிருக்கிறோம். (பக்கம் 109.) இது ஸ்வய-பிராணீகரண-க்ஷயீகரண விகாரம் (Self oxidation and reduction). 610°ச-க்கு மேல் சூடு செய்யப்பட்டால் அது முற்றிலும் ஹரிதகையாகவும் பிராணவாயுவாகவும் மாறும். மாங்கனஜ-துவி-பிராணையு

டன் தொட்டுநிற்க, கடைசியிற் குறித்த விகாரம் உப்பின் உருகு-நிலைக்குக் குறைவான உஷ்ண நிலையிலேயே நடைபெறும். பர-ஹரிதகிகஜம் உண்டாகாது. ஆனால் மாக்னீஸிய - ஹரிதகிகஜமும், அலுமினிய - ஹரிதகிகஜமும், பிராணவாயுவையும், ஹரிதகத்தையும் வெளிவிட்டு உரிய பிராணைகளாக மாறுகின்றன.

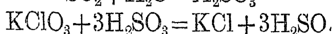


$$2Mg(ClO_3)_2 \rightarrow 2MgO + 2Cl_2 + 5O_2$$

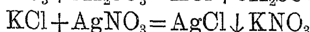
ஹரிதகிகஜங்கள் நல்ல வர்த்தனிகள். அவைகளை, க்ஷயகாரிகளாகிய ஜனித-அப்ஜனகமும், கந்தக-துவி-பிராணையும் ஹரிதகையாக மாற்றும். (உ-ம்.) (1) பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜ விலயனத்தை ஓர் சோதனைக் குழாயிலெடுத்துக் கந்தகிகாமிலத்தால் அமிலி. சில நாகத்துண்டுகளைப் போடு. சிறிதுநேரங்கழித்து, விலயனத்தை மற்றொரு சோதனைக்குழாயில் இறுத்து இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்தைச் சேர். உடனே இரஜத-ஹரிதகை அவபதிக்கும். (2) பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜ விலயனத்தை ஒரு சோதனைக் குழலில் எடுத்து அதில் கந்தக-துவி-பிராணையைச் செலுத்தி, பிறகு, கொதிக்கவைத்து விலயனத்தில் மீதி நிற்கும் கந்தக-துவி-பிராணையைப் போக்கிப் பின்பு குளிரவிட்டு, விலயனத்தை இரண்டு குழாய்களில் எடுத்துக் கொள். ஒன்றுடன் இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்தைச் சேர்த்துப் பார்க்க, இரஜத-ஹரிதகை வெள்ளை அவபதிதமாகக் கீழேவிழும். மற்றொன்றுடன் பேரிய-ஹரிதகை விலயனத்தைச் சேர். ஒரு வெண்மையான அவபதிதம் உண்டாகும். அது அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தில் கரையாது. ஆகையால் அது பேரிய-கந்தகிகஜமாகத்தானிருக்கவேண்டும். பேரிய-கந்தசஜம் (Barium sulphite) அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தில் கரையும்.



$$SO_2 + H_2O = H_2SO_3$$



$$KClO_3 + 3H_2SO_3 = KCl + 3H_2SO_4$$



$$KCl + AgNO_3 = AgCl \downarrow KNO_3$$



$$H_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4 \downarrow + 2HCl$$

இங்கு க்ஷயகாரியாகிய கந்தசாமிலம் H_2SO_3 (Sulphurous acid), வர்த்தனியாகிய ஹரிதகிகஜத்தை ஹரிதகை நிலைக்குக் குறைக்கிறது; வர்த்தனி க்ஷயகாரியை கந்தகிகாமிலமாக விருத்திசெய்கிறது. ஹரிதகிகஜம் ஒரு சலவைச் சரக்கு. நீலச்சாய விலயனத்தில் ஹரிதகிகஜத்தைப்போட்டுக் கந்தசாமில விலயனத்தையும் சிறிதளவு நீரிட்ட கந்தகிகாமிலத்தையுஞ் சேர்க்க சாயம் வெளுத்துவிடும். ஆனால் உப-ஹரிதசஜத்தைப்போல் அவ்வளவு பலமுள்ளதன்று.

ஹரிதகிகஜங்களுடன் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தைச் சேர்க்க, அவை பொரியும் என்றும், மிச்ரத்தை இளஞ்சூடு காட்ட ஒரு பலமான வெடியுண்டாகும் என்றும் முன்பு கண்டோம். (ஹரிதகையினின்று வேற்றுமை.) ஆகையால் ஹரிதகிகஜ-கந்தகிகாமில மிச்ரத்தைச் சூடு செய்யாதே. உஷார்! அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் ஹரிதகிகஜத்தைச் சூடுசெய்ய, யூ-ஹரிதகம் விளையும். (ஹரிதகையுடன் ஒரு மாறுபாடும் ஏற்படாது.)

உபயோகங்கள் :— வைத்தியமுறையில் பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜம் ஒரு நல்ல ஔஷதம். வாய்வேக்காடு, தொண்டைவேக்காடு முதலியவைகளுக்குக் கைகண்ட மருந்து. நெருப்புக்குச்சிகள், வாணவேடிக்கைப்பொருள்கள், வெடிகுண்டுகள், சாயங்கள் முதலியவைகளைச் செய்யும் முறைகளிலும் புகைப்படக்காரர்கள் இரவிலுபயோகிக்கும் பளிச்சிடும்-பொடிகள் (Flash-powders) தயார்செய்வதிலும் ஹரிதகிகஜங்கள் உபயோகப்படுகின்றன. அவைகளை வர்த்தனிகளாகவும், பிராணவாயுவைச் சிறிதளவில் எளிதில் தயாரிக்கும் முறைகளிலும் உபயோகிக்கலாம்.

ஹரிதகிகஜங்கள் வீரிய வர்த்தனிகள் என்பதைக் காட்டப் பின்வருஞ் சோதனைகளைச் செய்க :—பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜத்தைச் சிறிதளவு உபயோகப்படுத்தி எச்சரிக்கையுடன் சோதனைகளைச் செய்யவும். (1) பொட்

டாஸிய-ஹரிதகிகஜம் கந்தகம் சேர்ந்த கலவையில் சிறி தெடுத்துக் காகிதத்தில் பொட்டணங்கட்டி, ஒரு சுத்தி யால் அதை அடிக்க ஒரு பலத்த வெடியுண்டாகும்.

தீபாவளியில் சிறுவர்கள் (ஏன், பெரியோர்களுங் கூடத்தான்!) இக்கலவையையே இரும்புக் குழாயில் வைத்து இரும்புத்தடியால் தாக்கி அதிர்வெடி விடுகிறார் கள். (குழல்வெடி) [எச்சரிக்கை—இக்கலவைகளைக் கலு வத்தில் ஒன்றுசேர்த்து அரைக்கக்கூடாது. பலர் தம தசட்டையால் தம் கைகளையும், விரல்களையும், கண்களை யும், உயிர்களையும் இழந்திருக்கிறார்கள்.]

(2) ஒரு சிறிய சோதனைக்குழாயில் முக்கால்பாகம் பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜத்தை எடுத்து உருகுபதத்துக் குச் சூடுசெய். உப்பு உருகித் திரவமாக ஆனவுடன், குளிரவிடு. குளிர்ந்தவுடன் கண்ணாடியைக் கவனமாக உடைத்துவிட்டு, ஹரிதகிகஜக்குச்சியை எடுத்து, தீப்பெட் டியின் பாஸ்வரம் தடவிய பக்கத்தில் கிழித்துப்பார். பட படவென்று வெடிக்கும். பொறிகள் கிளம்பும். இதைக் கொண்டு ஒரு புன்ஸனடுப்பை ஏற்றிவிடலாம். சட்டைப் பைகளில் பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜ மாத்திரைகள் தீப் பெட்டியின் பக்கத்திலுரசி அநேக ஆபத்துக்கள் நேரிட் டிருக்கின்றன,

(3) சிவப்பு பாஸ்வரத்தையும் பொட்டாஸிய-ஹரி தகிகஜத்தையும் உஷாராக, ஒரு சிறு காகிதப்பையில் போட்டு மூடி ஒரு சுத்தியால் அடிக்க, ஒரு பலத்த வெடி யுண்டாகும்.

(4) ஓர் ஓட்டாஞ்சல்லியின்மேல் சிறிதளவு பொட் டாஸிய-ஹரிதகிகஜத்தைக் குவித்துவை. அதன்மேல் கரி கந்தகத் திராவகத்திற் கரைக்கப்பட்ட மஞ்சள் பாஸ்வர விலயனத்தை ஊற்று. கரிகந்தகத் திராவகம் ஆவியாகச் சென்றவுடனே, பாஸ்வரமும் ஹரிதகிகஜமும் விகாரிக்க, ஒரு பலத்த வெடியுண்டாகும்.

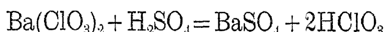
(5) பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜத்தை வாணவேடிக்கைகளில் உபயோகிக்கிறார்கள். கீழே சொல்லிய கலவைகளைக் கொளுத்தப் பக்கத்திற் குறிப்பிட்ட நிறக்கொண்டு எரியும். மத்தாப்புகள் இவ்விதமே செய்யப்படுகின்றன.

கலவை	சுடரின் நிறம்
(i) பொட்டாஸிய - ஹரிதகிகஜம் + கந்தகம் + ஸ்ட்ரான்ஷிய - பாக்கியமிகஜம்	சிவப்பு மத்தாப்பு
(ii) பொட்டாஸிய - ஹரிதகிகஜம் + கந்தகம் + பேரிய-ஹரிதகை	பச்சை மத்தாப்பு
(iii) பொட்டாஸிய - ஹரிதகிகஜம் + கந்தகம் + துத்தம்	நீல மத்தாப்பு
(iv) ஷை கலவையிலொன்று + இரும்புத்தூள்	உரிய-நிறத்துடன் கூடிய பூ-மத்தாப்பு
(v) பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜம் + கந்தகம் + மாக்னீஸியப் பொடி	இது கண்கூசும் ஜோதியுடன் எரியும்

கடைசியில் சொன்ன கலவைகொண்டுதான் இந்நாளில் இரவுகளில்கூடப் புகைப்படம் எடுக்கிறார்கள். அவ்விதக் கலவைக்குப் ‘பளிச்சிடும் பொடி’ (Flash-powder) என்று பெயர்.

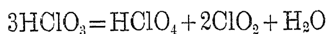
ஹரிதகிகாமிலம் (Chloric acid)

தயாரித்தல் :—பேரிய-ஹரிதகிகஜத்துடன் வேண்டிய அளவு நீரிட்ட கந்தகிகாமிலத்தைச் சேர்க்க, பேரிய-கந்தகிகஜம் அவபதித்துவிட, ஹரிதகிகாமிலம் விலயனத்தில் நிற்கும்.



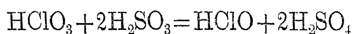
$$Ba(ClO_3)_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 + 2HClO_3$$

பேரிய-கந்தகிகஜத்தை வடிகட்டிப் பிரித்தும், விலயனத்தைக் குறைந்த அமுக்க நிலையில் வற்றவைத்தும் 40% வீரியமுள்ள அமிலத்தை அடையலாம். இதற்குமேல் சுண்டக் காய்ச்ச, அது திடீரென்று ஹறிதக-துவி-பிராணையாகவும், தண்ணீராகவும், பர-ஹறிதகிகஜமாகவும் மாறும்.



$$3HClO_3 = HClO_4 + 2ClO_2 + H_2O$$

குணங்கள்:—சுத்தநிலையில் அவ்வமிலம் இதுவரையில் தயாரிக்கப்பட்டதில்லை. விலயனத்தில்தான் அது நிலையுள்ளதாயிருக்கிறது. 40% அமிலம் நிறமற்ற பாகு போன்ற கார மணமுடைய திரவம். அது வெளிச்சத்திலிருக்க, வியோகிக்கும். அது நிலையற்றதால், ஒரு வீரிய வர்த்தனி. மரத்தூள், காகிதத்தூள், சேதன வஸ்துக்கள் முதலியன அதனுடன் தொட்டுநிற்க, உடனே பற்றி எரியும். அது அப்ஜ-ஹறிதகிகாமிலத்தை ஹறிதகமாகவும், அப்ஜ-பாடலகிகாமிலத்தைப் பாடலகமாகவும், கந்தசாமிலத்தைக் கந்தகிகாமிலமாகவும் விருத்திசெய்யும். [இவ்விகாரங்களில் க்ஷயகாரி அதிக அளவில் இல்லாமலிருப்பின், ஹறிதகிகாமிலத்தின் க்ஷயீகரணம் முற்றிலும் நடைபெறாது. வேண்டிய அளவிற்குக் குறைவாகக் கந்தசாமிலம் இருக்குமாயின், உப-ஹறிதசாமிலம் உண்டாகும்.



$$HClO_3 + 2H_2SO_3 = HClO + 2H_2SO_4$$

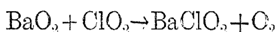
இங்கு விளைந்த விலயனம் நீலிச்சாயத்தை வெளுக்கும்; ஹறிதகிகாமிலம் நீலிச்சாயத்தை வெளுக்காது. மேற்கண்ட இரண்டு அமிலங்களும் கந்தசாமிலத்தை விருத்திசெய்யும். இவற்றைவிட அதிக நிலையுள்ள பர-ஹறிதகிகாமிலம் மேற்கண்ட இரண்டு விகாரங்களிலும் ஈடுபடாமல் மந்தமாயிருக்கும்.] அதற்குரிய நிர்ஜலாமிலம் $[Cl_2O_5]$ இதுவரையில் தயாரிக்கப்படவில்லை.

ஹறிதக-த்ரி-பிராணை ClO_3 என்னும் பொருள், ஹறிதக-துவி-பிராணையும் ஓஸோனும் விகாரிக்குங்கால் ஒரு திரவமாக

விளைகிறது. சாதாரண உஷ்ண நிலையிலேயே அது ஹரிதகமாகவும், பிராணவாயுவாகவும், ஹரிதக-துவி-பிராணையாகவும் எளிதில் விபாகித்துவிடும்.

ஹரிதசாமிலமும் ஹரிதசஜங்களும்
(Chlorous acid and Chlorites)

ஹரிதசாமிலம் :—பேரிய-பர-பிராணையைத் தண்ணீரில் தொங்கவிட்டு ஹரிதக-துவி-பிராணையைச் செலுத்த பேரிய-ஹரிதசஜமும் பிராணவாயுவும் உண்டாகின்றன.



$$BaO_2 + ClO_2 \rightarrow BaClO_2 + O_2$$

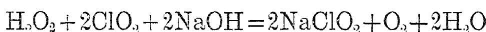
பேரிய-ஹரிதசஜத்துடன் நீரிட்ட கந்தகிகாமிலத்தைச் சேர்த்து, அவபதித்த பேரிய-கந்தகிகஜத்தை வடிகட்டிப் பிரித்து அமிலத்தை விலயனத்தில் அடையலாம். அமில விலயனம் மிகவும் நிலையற்றது. சாதாரண உஷ்ண நிலையிலேயே வியோகித்து, ஹரிதகிகாமிலமாகவும், உப ஹரிதசாமிலமாகவும் மாறும். அது ஒரு நல்ல வர்த்தனி. அது ஒரு பலமான அமிலம்.

ஹரிதசஜங்கள் :—க்ஷார விலயனத்தில் ஹரிதக-துவி-பிராணையைச் செலுத்த, ஹரிதகிகஜமும், ஹரிதசஜமும் உண்டாகும்,



$$2KOH + 2ClO_2 \rightarrow KClO_2 + KClO_3 + H_2O$$

மேற்கண்ட விகாரத்தில் அப்ஜனக-பர-பிராணை சேர்க்கப்பட, ஹரிதசஜங்கள்மட்டுமே விளையும்.



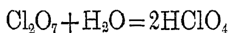
$$H_2O_2 + 2ClO_2 + 2NaOH = 2NaClO_2 + O_2 + 2H_2O$$

ஹரிதசஜங்கள் வீரிய வர்த்தனிகள்; சலவைப் பொருள்கள். ஹரிதசஜங்கள், ஒரு பலமுள்ள அமிலத்திலிருந்து உண்டாவதால் நீர்வியோகமடைவதில்லை. (உப-ஹரிதசஜங்கள் நீர்வியோகமடையும்.) ஸீஸ-ஹரிதசஜம் ஒரு கரையாத அமிலஜம். அதைச் சர்க்கரையுடன்

கலந்து மிச்ரத்தை ஒரு சுத்தியால் தாக்க ஒரு பெரிய வெடியுண்டாகும். இரஜத-ஹரிதசஜமும் $AgClO_2$ ஒரு கரையாப் பொருள்.

ஹரிதக-ஸப்த-பிராணை Cl_2O_7 (Chlorine Heptonide)

1900-ம் ஆண்டில் மைகேல், கான் (Michael and Corn) என்பவர்கள் அதை முதன்முதலாகத் தயாரித்தனர். அது பர-ஹரிதகிகாமிலத்திற்குரிய நிர்ஜலாமிலம். ஆகையால் பர-ஹரிதகிகாமிலத்திலிருந்து பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணை கொண்டு நீரைப் பிரித்து அதைத் தயாரித்துவிடலாம். அமிலத்தையும் பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணையையும் $-10°$ச-ல் ஒருநாள் வைத்திருந்து, பிறகு, $85°$ல் சுடு தண்ணீரினுதவியால் காய்ச்சிவடிக்க ஹரிதக-ஸப்த பிராணை நிறமற்ற, நிலையற்ற எண்ணெயாகக் கிரஹணீ பாத்திரத்திற் சொட்டும். அதன் கொதிநிலை $82°$ச[1]. சிலநாள்களில் அது வியோகித்துவிடும். ஆனால் மற்றப் பிராணைகளைவிட அது நிலையுள்ளதானதால் மற்றவைகளைப்போல் அது அவ்வளவு வீரிய வர்த்தனியல்ல. அதைக் காகிதத்தின்மேலாவது, மரத்துண்டின்மேலாவது, பாஸ்வரத்தின்மேலாவது கந்தகத்தின்மேலாவது ஊற்ற ஒரு விகாரமும் ஏற்படுவதில்லை. அது நேராகச் சுடரைத் தொட்டுநின்றாலும் திடீரென்று தாக்கப்பட்டாலும் வெடிக்கும். அது தண்ணீரிற் கரைந்து மெதுவாகப் பர-ஹரிதகிகாமிலமாக மாறும்.



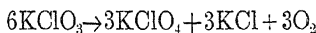
$$Cl_2O_7 + H_2O = 2HClO_4$$

பர-ஹரிதகிகஜங்கள் (Perchlorates)

பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜத்தைச் சூடுசெய்தால் இரண்டு தொடர்-விகாரங்கள் நடக்கின்றன என்று நமக்குத்

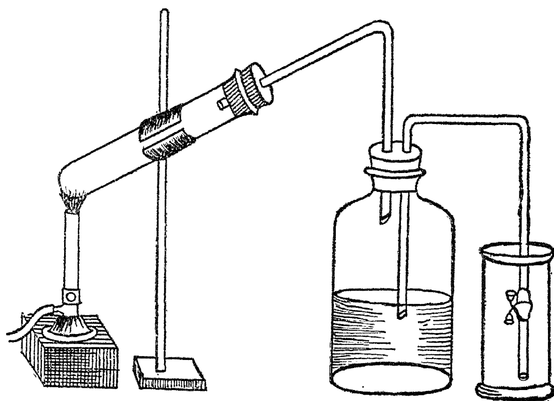
[1] ஹரிதக-ஸப்த-பிராணை ஓர் அபாயகரமான வெடிபொருள். அதை வெகு எச்சரிக்கையுடன் செய்யவேண்டும்.

தெரியும். உஷ்ணங் குறைந்திருக்க, பொட்டாஸிய-பர ஹரிதகிகஜமுண்டாகும்.



$$6KClO_3 \rightarrow 3KClO_4 + 3KCl + 3O_2$$

500°ச-க்குள்ளாகவே சூடுசெய்ய, 6 கிராம் அணுபார பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜம் தி.உ.அ. நிலையில், 3 × 22·4 லீட்டர் பிராணவாயுவை வெளியிட்டு 3 கிராம் அணுபார பொட்டாஸிய-பர-ஹரிதகிகஜத்தையும் 3 கிராம் அணுபார பொட்டாஸிய-ஹரிதகையையுங் கொடுக்குமென்று சமீகரணத்திலிருந்து தெரிந்துகொள்ளுகிறோம். சோதனைச் சாலையில் தயாரிக்க, 10 கி. பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜத்தை ஒரு தகனக்குழாயிலெடுத்துக் குழாயை விடுகுழாயுள்ள தக்கையால் மூடு.



பொட்டாஸிய-பர-ஹரிதகிகஜந் தயாரிக்கும் உபகரணம்.

படம் 94

சுமார் 1·5 லீட்டரளவுள்ள சீசாவில் தண்ணீரை யெடுத்துச் சீசாவை இரண்டு துவாரமுள்ள தக்கையால் அடை. ஒரு துவாரத்தில் படத்தில் காட்டியபடி, வாய்க்

குச் சற்றுக் கீழே நிற்கும்படி விடுகுழாயைச் செருகு. மற்றொரு துளையில் மற்றொரு விடுகுழாயைச் சீசாவின் அடிவரைச் செல்லும்படி செருகி வெளியிலுள்ள நுனியில் ஒரு ரப்பர் குழாயை நுழை. ரப்பர்க் குழாயின் நுனியை ஒரு கவ்வியைக்கொண்டு அடை. சீசாவிலுள்ள தண்ணீர்மட்டத்தைக் காட்ட ஒரு காகிதத்துண்டை ஒட்டு. உஷ்ணநிலை 27°ச. ஆகவும் அமுக்கநிலை 758 ஸ. மீ. ஆகவும் வைத்துக்கொள்ளுவோம்.

$6 \times 122{\cdot}56$ கி. பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜம் தி.உ.அ. நிலையில் கொடுக்கும் பிராணவாயுவின் பருமன்

$$= 3 \times 22400 \text{ க. ச. மீ}$$

∴ தி.உ.அ. நிலையில் 10 கிராம் கொடுக்கும் பிராணவாயு =

$$\frac{3 \times 22400 \times 10}{735{\cdot}4} \text{ க.ச.மீ.}$$

$$27^\circ\text{ச., } 758 \text{ ஸ.மீ.-ல் பருமன்} = \frac{3 \times 22400 \times 10}{735{\cdot}4} \times \frac{760 \times 300}{758 \times 273}$$

$$= 1007 \text{ க. ச. மீ.}$$

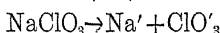
ஓர் அளவுக் குவளையால் சீசாவிலிருக்கும் தண்ணீரில் 1007 க. ச. மீ. அளவு எடுத்துவிட்டு மீதிநிற்கும் தண்ணீர் மட்டத்தைக் காட்டக் காகிதத்துண்டை ஒட்டிப் பிறகு முன் தண்ணீரிருந்த மட்டத்திற்குச் சரியாய்த் தண்ணீரை ஊற்று. படத்தில் காட்டியபடி உபகரணத்தை மறுபடியும் சரியே அமைத்து அது காற்றடக்கமாயிருக்கிறதா என்று சோதி. இதற்கு, தக்கையை சிறிதளவு நெகிழ்த்து, ரப்பர் குழாய் வழியாய் தண்ணீரை உறிஞ்சி, ரப்பர் குழாயைக் கவ்வியால் அடைத்து, தக்கையை மறுபடியும் நன்றாய்ச் சீசாவிற்குள் அடைத்துவிட்டு, கவ்வியைக் கழற்றிவிடு. சில சொட்டுக்கள் வெளியே வந்தபிறகு தண்ணீர் வெளிவராமல் நின்றுவிடும். பிறகு தகனக் குழாயிலுள்ள பொட்டாஸிய ஹரிதகிகஜத்தைச் சூடு செய்யப் பிராணவாயு வெளியேவந்து, சீசாவில் சேரும். சீசாவி

நுள்ள தண்ணீரும் பக்கத்திலிருக்கும் குவளையில் வந்து விழும். தண்ணீர் மட்டம் கீழே ஒட்டியிருக்கும் காகிதத் துண்டிற்கு வந்ததும் சூடு செய்வதை நிறுத்திவிட்டுக் குழாயை ஒரு சோதனைக் குழாய்ப் பிடிப்பால் (Test-tube holder) பிடித்து அதைக் கழற்றி உள்ளிருக்கும் பொருளைத் திரவமாக இருக்கும்பொழுதே ஒரு கலுவத்தில் போட்டுப் பொடிசெய்து, சிறிதளவு குளிர்ந்த தண்ணீர்கொண்டு பலதடவை கழுவி, புனலில் வடிதாளை அமைத்து, திடஸ்திதியிலிருக்கும் அமிலஜக் கலவையை வடிதாளின்மேல் போட்டு, சிறிதளவு குளிர்ந்த தண்ணீரால் பலதடவை கழுவு. வடிதண்ணீரை இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனங் கொண்டு சோதி. அது பால்போல் வெளுக்காதவரையில் புனலிலுள்ள அமிலஜத்தைக் கழுவு. புனலிலிருக்கும் அமிலஜத்தைத் தண்ணீரிற் கரைத்து, சுண்டக் காய்ச்சிக் குளிர்விக்க, பொட்டாஸிய-பர-ஹரிதகிகஜம் ஸ்படிகரிக்கும். பர-ஹரிதகிகஜங்களுக்குள் பொட்டாஸிய அமிலஜத்தின் கரைமானமே குறைந்தது.

(2) பொட்டாஸிய-பர-ஹரிதகிகஜத்தை மற்றொரு விதமாகச் சுலபமாய்த் தயாரிக்கலாம். பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜத்தை (50 கி.) ஒரு பீங்கான் கிண்ணத்திலெடுத்துக் கவனமாக உருகும்வரை சூடு செய்யவும் (370°ச). உப்பை நன்றாய்க் கிண்டிக்கொண்டிருப்பது நலம். இந்நிலையில் சிறிதுநேரம் வைத்திருக்க, பிராணவாயு முதலில் வெளிவந்து பின்பு நின்றுவிடும். (சுமார் 10 நிமிஷம்). அச்சமயத்தில் கிண்ணத்திலுள்ள திரவம் இறுகிக் களிபோலாகும். (பொட்டாஸிய-ஹரிதகை, பர-ஹரிதகிகஜங்களின் உருகுநிலைகள் அதிகம்.) இக்கலவையை உடனே கலுவத்திலிட்டுப் பொடிசெய்து, குளிர்ந்த தண்ணீர் (50 க. ச. மீ.) கொண்டு கலக்கி வடிகட்டிக் கொதி தண்ணீரிலிருந்து (200 க.ச.மீ.) பர-ஹரிதகிகஜத்தைப் புனஸ்படிகீகரண

முறையாற் சுத்திசெய்யவும்.[1] (பர-ஹரிதகிகஜத்துடனிருக்கும் ஹரிதகிகஜத்தைச் சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் சேர்த்துச் சூடுசெய்து அகற்றிவிடலாம்.)

(3) பொட்டாஸிய - பர - ஹரிதகிகஜத்தை மற்றுமொரு முறையிலுந் தயாரிக்கலாம்:—இரும்பு ருணதுருவமும், பிளாடினத்தனதுருவமுங் கொண்ட ஒரு வித்யுத்-வியோக-யந்திரத்தில் ஸோடிய-ஹரிதகிகஜ பூரித விலயனத்தை எடுத்து மின்சாரத்தைச் செலுத்து.

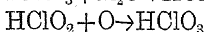


$$NaClO_3 \rightarrow Na' + ClO'_3$$

ஸோடிய மின்னணுக்கள் ருணதுருவத்திற்குச் சென்று தங்களிடமுள்ள மின்சாரத்தை இழந்து ஸோடியமாக மாறித் தண்ணீருடன் விகாரிக்க, அப்ஜனகமும் ஸோடிய-அப்ஜ - பிராணையுமுண்டாகின்றன. ஹரிதகிகஜ-மின்னணுக்கள் தனதுருவத்தை அடைந்து தங்களிடமுள்ள மின்சாரத்தை இழந்து, தண்ணீருடன் விகாரிக்க, சமீகரணங் காட்டும் பொருள்களுண்டாகின்றன.

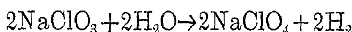


$$2ClO'_3 + H_2O \rightarrow HClO_4 + HClO_2 + (O)$$



$$HClO_2 + O \rightarrow HClO_3$$

பர-ஹரிதகிகாமிலம் ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையுடன் சேர்ந்து ஸோடிய-பர-ஹரிதகிகஜத்தைக் கொடுக்கும். விகாரத்தின் தொடக்கத்தையும் முடிவையும் அடியிற்கண்ட சமீகரணத்தாற் காட்டலாம்.



$$2NaClO_3 + 2H_2O \rightarrow 2NaClO_4 + 2H_2$$

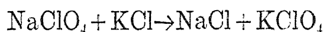
(மின்சாரிக்கு முன்னால், விலயனத்தில் அற்ப அளவில் பொட்டாஸிய-துவி-கிரோமிகஜத்தைச் சேர்க்க விளைவு நன்றாயிருக்கும்.)

---

[1] 100 க.ச.மீ. தண்ணீரில் பர-ஹரிதகிகஜம், ஹரிதகை இவற்றின் கரைமானம். (கிராம் அளவில்):—

உஷ்ணம்	15°ச	20°ச	100°ச
பொட்டாஸிய-ஹரிதகை	33	35	56
பொட்டாஸிய-பர-ஹரிதகிகஜம்	1·5	1·8	20

இவ்விலயனத்துடன் பூரித பொட்டாஸிய-ஹரிதகை விலயனத்தைச் சேர்க்க, பொட்டாஸிய-பர-ஹரிதகிகஜமும் ஸோடிய-ஹரிதகையுமுண்டாகிப் பொட்டாஸிய-பர-ஹரிதகிகஜம் (கரைமானம் குறைந்ததாயிருப்பதால்) அவபதிக்கும்: வடிகட்டி எடுத்துக் கழுவி, புன-ஸ்படிகிகரண முறையால் சுத்தி செய்யலாம்.



$$NaClO_4 + KCl \rightarrow NaCl + KClO_4$$

பரஹரிதகிகஜங்களெல்லாம் தண்ணீரில் கரையும். பொட்டாஸிய அமிலஜத்தின் கரைமானமே குறைந்தது. 10°ச-ல் நூறு கிராம் தண்ணீரில் 1·08 கி. எடை அளவே அது கரையும். அது சாராயத்தில் கரையாது, ஸோடிய-பர-ஹரிதகிகஜம் சாராயத்திற் கரையும். இக்குணத்தைக் கொண்டு, மிச்ரத்திலிருக்கும் பொட்டாஸிய உப்பையும் ஸோடிய உப்பையும், பர-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் விகாரிக்கச்செய்து, அங்கு விளையும் பொட்டாஸிய, ஸோடிய பர-ஹரிதகிகஜங்களைச் சாராயத்தாற் கழுவ, ஸோடிய-உப்புக் கரைந்து விலகும். பொட்டாஸிய உப்பே மீதி நிற்கும். அதை நிறுத்து அளவிடலாம். பொட்டாஸியத்தை அளவிட இது ஒரு தக்க முறை. பர-ஹரிதகிகஜங்களெல்லாம் சூடுசெய்யப்பட, ஹரிதகைகளாக மாறிப் பிராணவாயுவை வெளியிடும். ஆனால் இவ்வியோகத்திற்கு, அதிக உஷ்ணந் தேவை. பர-ஹரிதகிகஜங்களும் வர்த்தனிகளே. ஆனால் அவைகள் ஹரிதகிகஜங்களைவிடச் சற்று பலங் குறைந்த வர்த்தனிகள். ஏனெனில், அவைகள் ஹரிதகிகஜங்களைவிட மிக்க நிலையுள்ள பொருள்கள். இத்தன்மை பொருந்தியிருப்பதால் அவைகளை வெடி மருந்துகளில் உபயோகிக்க, அபாயம் குறையும்; மேலும் பர-ஹரிதகிகஜங்களில் பிராணவாயுவும் அதிகமாயிருக்கிறது. பர-ஹரிதகிகஜங்கள், சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் சேர்ந்து, வெடியுடன் விகாரிப்பதில்லை. மிச்ரத்தைச் சூடு செய்யலாம். யாதொரு தீங்குமேற்படாது. பர-ஹரிதகிகாமிலமே ஆவிரூபமாய்ப் புகைந்து வெளியேறும். அவைகள் அப்ஜ-

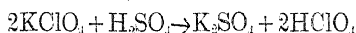
ஹரிதகிகாமிலத்தாலும் பீடிக்கப்படுகிறதில்லை. கந்தக-துவி-பிராணையால் க்ஷயீகரிக்கப்படுவதுமில்லை. ஆகையால் பின்வருஞ் சோதனைகள்கொண்டு எளிதில் ஹரிதகிகஜங்களைப் பர-ஹரிதகிகஜங்களிலிருந்து பகுத்தறியலாகும்.

சோதனை	ஹரிதகிகஜம்	பர-ஹரிதகிகஜம்
1. தனியே சூடு செய்ய	$2KClO_3 \rightarrow 2KCl + 3O_2$	$KClO_4 \rightarrow KCl + 2O_2$ அதிக உஷ்ணம் வேண்டும்.
2. அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் கலந்து சூடு செய்ய	மஞ்சள் நிறமுள்ள யூ-ஹரிதகம் வெளிவரும்	நிறமுள்ள வாயு வராது.
3. சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் சேர்க்க.	பொரியும்-இளஞ்சூடு காட்ட வெடிக்கும். திரவம் மஞ்சளாக மாறும்.	உஷ்ணப் படுத்தியும் வெடி ஏற்படாது; நிற மாறுபாடேற்படாது.
4. விலயனத்தில் கந்தக-துவி-பிராணையைச் செலுத்தி விலயனத்தைக் கொதிக்கவிட்டு, குளிர்ந்தபின் இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்தைச் சேர்க்க.	இரஜத - ஹரிதகை அவபதிக்கும் - (க்ஷயீகரண மேற்படும்.)	அவபதிதம் உண்டாகாது. க்ஷயீகரணம் ஏற்படாது.

பர-ஹரிதகிகாமிலம் (Perchloric Acid)

ஹரிதக-பிராண-அமிலங்களுக்குள் சுத்தமான நிலையில் தயாரிக்கப்பட்டிருப்பது இவ்வமிலமே. பொட்டா

ஸிய-பர-ஹரிதகிகஜத்தை நீரிட்ட கந்தகிகாமிலத்துடன் (1 : 1) சேர்த்துக்காய்ச்சி வடிக்க, பர-ஹரிதகிகாமிலம் வெளிவந்து வடியும். சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தையுமுப யோகிக்கலாம். ஆனால் குறைந்த அழுக்க நிலையில் காய்ச்சி வடிக்கவேண்டும்.



$$2KClO_4 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2HClO_4$$

பர-ஹரிதகிகாமிலம் 110°ச-ல் ஆவியாக மாறும், கந்தகிகாமிலம் 300°ச-ல் தான் அங்ஙனம் மாறும். ஆகையால் இரண்டு திரவங்களையும் பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல் முறையால் எளிதில் பிரித்துவிடலாம். வடிதிரவத்தைச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் சேர்த்துக் குறைந்த அழுக்கநிலையில் காய்ச்சி வடித்து, வடிதிரவத்தை மறுபடியும் குறைந்த அழுக்கத்தில் காய்ச்சி வடித்துச் சுத்தமான அமிலத்தைத் தயாரிக்கலாம். பர-ஹரிதகிகஜங்களைத் தயாரித்ததுபோல், பர-ஹரிதகிகாமிலத்தையும் ஹரிதகிகாமிலத்தை மின்சாரித்துத் தயாரிக்கலாம். முன்சொன்னபடியே மாறுதல்களேற்படும்.

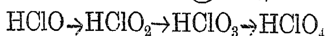
குணங்கள் :—அது ஒரு நிறமற்ற கனமான எண்ணைப்போன்ற, எளிதில் ஆவியாய் மாறக்கூடிய திரவம்; தண்ணீருடன் வீரியத்துடன் கலந்து பல நீர்ப்பொருள்களைத் தரும். காற்றில்படப் புகையும்; அது தண்ணீரில் கரையும். இவ்விலயனத்தைச் சூடுசெய்தால், திட்ட-கொதிநிலை-மிச்ரத்தை அடையலாம். மிச்ரத்தில் 72% அமிலமிருக்கும். அதன் கொதிநிலை 203°ச. ஈரமில்லாத அமிலத்தைக் கையாளுவது அபாயம். அது திடீரென்று விகாரித்து வெடிக்கும். நீரிட்ட அமிலம் அபாயமற்றது; நிலையுள்ளது; அதில் பிராணீகரண குணங் காணப்படவில்லை. சாதாரணமாக 60% அமிலத்தையே உபயோகிக்கிறோம். சுத்த அமிலம் காகிதத்தின்மேலாவது, கட்டையின்மேலாவது பட்டால், அவை எரியும். கரி அதில் வெடித்து விகாரிக்கும். நம் தோலில் அது பட்டால்

அபாயமான புண்களுண்டாகும். அது ஒரு சலவைப் பொருளல்ல, அது ஒரு பலமுள்ள அமிலம். உலோகங்கள் அதில் கரைந்து அப்ஜனகத்தை வெளியேற்றும், பர-ஹரிதகிகஜங்களுண்டாகும்.

இப்பொழுது ஹரிதகத்தின் ஸம்யோக சாமர்த்தியத்தைக் கவனிப்போம். ஹரிதகம் ஏக-ஸம்யோக சக்தியுள்ளதானால் சேர்க்கைப் பொருள்களின் சங்கேதங்களைப் பின் குறிப்பிட்டபடியே எழுதவேண்டும்.

அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலம்	H–Cl
உப-ஹரிதசாமிலம்	H–O–Cl
ஹரிதசாமிலம்	H–O–O–Cl
ஹரிதகிகாமிலம்	H–O–O–O–Cl
பர-ஹரிதகிகாமிலம்	H–O–O–O–O–Cl

ஆனால், அனுபவத்தில், சங்கேதங்களின்கோவை நீளமாக நீளமாக, அவைகளின் நிலை குறைந்துகொண்டே வரும் என்று தெரியவருகிறது. ஹரிதக-பிராணைகள், பிராண அமிலங்கள் என்ற இவைகளின் குணங்களை உற்று நோக்குங்கால், மேற்சொல்லிய அனுபவ நியாயத்திற்கு மாறாகவே இருக்கிறது. உப-ஹரிதசாமிலமும் அதன் அமிலஜங்களுமே குறைந்த நிலையுள்ளவை. பர-ஹரிதகிகாமிலமும் அதன் அமிலஜங்களும் அதிக நிலையுள்ளவை.



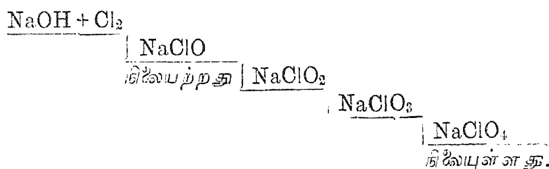
$$HClO \rightarrow HClO_2 \rightarrow HClO_3 \rightarrow HClO_4$$

நிலையதிகரித்துப்போவதை அம்புநுனிகள் காட்டுகின்றன.

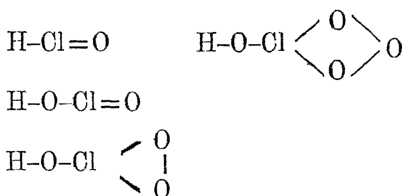
படிப்படியான-விகார-நியாயம்
(Law of Successive Reactions)

"இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட தனிப் பொருள்களிலிருந்து இரண்டு அல்லது அதற்குமேற்பட்ட சேர்க்கைப்பொருள்களுண்டாகக்கூடிய விகார மண்டலத்தில், முதலில் உண்டாகும் பொருள் குறைந்தநிலையுள்ள

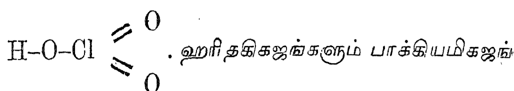
தாயும் கடைசியில் உண்டாகும் பொருள் உயர்ந்த நிலையுள்ளதாயுமிருக்கும்."



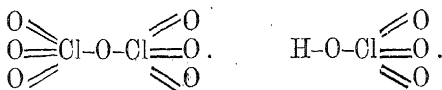
சங்கேதத்தின் கோவை நீண்டிருக்க அப்பொருள்களின் நிலை குறைந்திருக்குமென்னும் அனுபவ நியாயத்தையொட்டிப் பார்க்குமிடத்து, ஹரிதகச் சேர்க்கைப் பொருள்களின் சங்கேத அமைப்பு வேறுவிதமாக இருக்க வேண்டுமென்றேற்படுகிறது. ஆகையால் ஹரிதகத்தின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் ஒன்றிற்கு மேற்பட்டுத்தானிருக்க வேண்டும்.



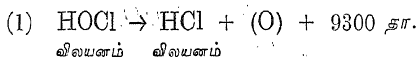
இவைகளில் ஹரிதகத்தின் ஸம்யோக சாமர்த்தியம் மூன்று; பிராணவாயுவின் சேர்க்கையும் அழுத்தமாயில்லை. ஆகையால் அவைகள் வர்த்தனிகளாக விளங்குகின்றன. ஆனால் பர-ஹரிதகிகாமிலத்தில் விருத்திசெய்யுங் குணம் ஏன் குறைவாய் இருக்கிறதென்பதை அறிய முடியவில்லை. $Cl \begin{matrix} \nearrow\!\!\!\nearrow O \\ \searrow\!\!\!\searrow O \end{matrix}$ என்பதில் ஹரிதகத்தின் ஸம்யோக சாமர்த்தியம் நான்காக இருக்கவேண்டும். ஆனால் இதற்கு உரிய அமிலமில்லை. ஹரிதகத்தின் ஸம்யோக-சக்தி ஐந்தாக வைத்துக்கொள்வோம்.

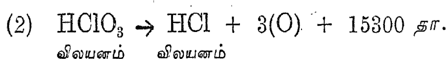


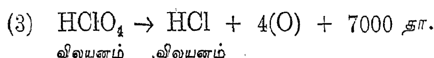
. ஹரிதகிகஜங்களும் பாக்கியமிகஜங்களும் ஒரே ஸ்படிக ரூபமுள்ளவைகள். பாக்கியகாமிலத்திலுள்ள பாக்கியஜனகத்தின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் ஐந்து. ஆகையால் ஹரிதகத்தின் சாமர்த்தியமும் ஐந்தாக இருக்கலாம்.



Cl_2O_7 என்பதில் ஹரிதகத்தின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் ஏழு. பர-ஹரிதகிகஜங்களும் பர-மாங்கனிகஜங்களும் ஒரே ஸ்படிக ரூபமுள்ளவை. பர-மாங்கனிகஜங்களில் மாங்கனஜத்தின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் ஏழு. ஆகையால் ஹரிதகத்தின் சாமர்த்தியமும் ஏழாகத்தானிருக்க வேண்டும். ஆகையால் ஹரிதகத்திற்கு அநேக ஸம்யோக சாமர்த்தியங்களுண்டு. சாமர்த்திய அளவின் மேல் எல்லை 7. பின், பிராணவாயு சேர்ந்த ஹரிதக அமிலஜங்களின் பிராணீகரண சக்தி வித்தியாசங்களுக்கு என்ன சமாதானம் கூறுவது? உஷ்ண-ரஸாயன தத்துவங்களாலேதான் சமாதானஞ் சொல்லலாம். பிராணவாயுசேர்ந்த ஹரிதக அமிலங்களும், அமிலஜங்களும் வியோகிக்கும்பொழுது உஷ்ணம் வெளிவருகிறது.







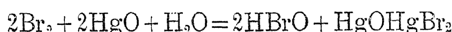
ஒவ்வொரு பிராணவாயு பரமாணுவும் ஜனனகாலத்தில் (1) உப-ஹரிதசாமிலத்தில் 9300 தாபாங்கம் கூடியதாயும், (2) ஹரிதகிகாமிலத்தில் $\frac{15300}{3} = 5100$ தாபாங்கம் கூடியதாயும், (3) பர-ஹரிதகிகாமிலத்தில் $\frac{7000}{4} = 1750$ தாபாங்கங் கூடியதாயும் இருக்கிறது. ஆகையால் ஜனித பிராணவாயுவின் பிராணீகரண வீரியம் விகாரத்திலேற்படும் உஷ்ண பரிமாண விகிதத்தை ஒத்தவாறே இருக்கும். இந்த விவகாரங்கொண்டே அவைகளின் குணங்களுக்கு ஒருவாறு சமாதானஞ் சொல்லலாகும்.

இரக்தகமும் பிராணவாயுவுஞ் சேர்ந்த பொருள்கள் (Oxygen Compounds of Bromine)

வெகுநாளாக இரக்தகப் பிராணை உண்டாவதில்லை என்றே நினைத்துவந்தார்கள். ஆனால் 1930-ம் வருஷத்தில் விசேஷமாய்த் தயாரிக்கப்பட்ட இரசிக பிராணையுடன் இரக்தகம் விகாரித்து வெகு அற்ப அளவில் இரக்தக-பிராணையைக் கொடுக்கும் என்ற விஷயம் ஒரு ரஸாயனப் பத்திரிகையில் வெளியாயிற்று. ஓஸோனுடன் இரக்தகத்தைச் சேர்த்து குறைந்த உஷ்ணநிலையில் விகாரத்தை நடத்தி அதை அடையலாமென்றுந் தெரியவருகிறது. அதன் அமிலங்களும் அமிலஜங்களும் தயாரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

உப-இரக்தசாமிலம் (HBrO Hypobromous acid)

பாலார்ட்-முறை:—புதிதாய் அவபாதித்த மஞ்சள் இரசிக-பிராணையுடன் தண்ணீரில் இரக்தகம் விகாரிக்க, அமில விலயனமுண்டாகிறது.



$$2Br_2 + 2HgO + H_2O = 2HBrO + HgOHgBr_2$$

விலயனத்தை 40°ல் வெற்றிடத்திற் காய்ச்சி வடித்து, அமில விலயனத்தைத் தயாரிக்கலாம். சுத்த அமிலமிது

வரையில் தயாரிக்கப்படவில்லை. அமில விலயனம் வெளுத்த மஞ்சள் நிறமுடையது. அதுவும் நிலையற்றது. ஆகையால், அது உப-ஹரிதசாமில விலயனத்தைப்போன்ற ஒரு வர்த்தனி; அதற்குச் சலவைசெய்யுங் குணமுமுண்டு; உப-ஹரிதசாமிலத்தைவிட எளிதில் விபாகிக்குந்தன்மை பொருந்தியது.

உப-இரக்தசஜங்கள் (Hypobromites)

குளிர்ந்த நீரிட்ட க்ஷார விலயனங்களுடன் இரக்தகம் விகாரிக்க, உப-இரக்தசஜங்களும் இரக்தகைகளுமுண்டாகும்.



$$2NaOH + Br_2 \rightarrow NaOBr + NaBr + H_2O$$

ஸோடிய-உப-இரக்தசஜம் (NaOCl-ம் இதேமாதிரியே) அமோனிய-ஹரிதகையுடன் விகாரிக்க பாக்கிய ஜனக வாயு வெளிவரும்.



$$2NH_4Cl + 3NaOBr \rightarrow 3NaBr + 2HCl + 3H_2O + N_2\uparrow$$

அவ்வாறு வெளிவரும் பாக்கியஜனக அளவு அமோனிய-ஹரிதகையின் அளவை ஒத்தே இருக்கும். பாக்கியஜனக வாயுவை அளந்து அமோனிய-ஹரிதகையின் பரிமாணத்தைக் கணக்கிடலாம். சலவைச் சூரணத்தைப் போல், $Ca <^{Br}_{OBr}$ என்ற சங்கேதத்தையுடைய ஒரு பொருள் இருப்பதாகத் தெரியவருகிறது. இது இரக்தக-சலவைச்சூரணம். பிராணீகரிக்கும் வீரியத்தில் க்ஷார-இரக்தசஜ விலயனங்கள், க்ஷார-ஹரிதசஜ விலயனங்களை விடப் பலமுள்ளது. உப-இரக்தசஜங்கள் சூட்டில் வெகு எளிதாக இரக்தகைகளாகவும் இரக்தகிகஜங்களாகவும் (Bromates) மாறும்.



$$3NaBrO \rightarrow + 2NaBr + NaBrO_3$$

இரஜத-பாக்கியமிகஜ பூரித விலயனத்துடன் இரக்தக விலயனத்தை அதிகமாகச் சேர்க்க இரக்தசாமிலம்

(Bromous acid $HBrO_2$) உண்டாவதாகச் சொல்லப்படுகிறது. (ரிச்சர்ட்ஸ்—Richards 1906). ஆனால் அப்படி உண்டாகிறதா என்பது சந்தேகம்.

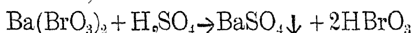
இரக்தகிகாமிலமும் இரக்தகிகஜங்களும் (Bromic acid and Bromates)

ஹரிதகிகாமிலம், ஹரிதகிகஜம் இவைகளைப்போலவே இரக்தகிகாமிலத்தையும் $HBrO_3$ இரக்தகிகஜங்களையுந் தயாரிக்கலாம் :—(1) மின்சார முறையால் தயாரிக்கலாம். (2) குளிர்ந்த நிலையில்கூட பூரித பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணை (62 கி) விலயனத்தில் இரக்தகத்தைச் (80 கி) சொட்டவிட, பொட்டாஸிய-இரக்தகிகஜமுண்டாகி அவபதிக்கும்.



$$6KOH + 3Br_2 \rightarrow 5KBr + KBrO_3\downarrow + 3H_2O.$$

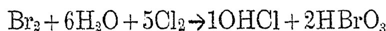
(1) பேரிய-அப்ஜ-பிராணையை உபயோகித்து பேரிய-இரக்தகிகஜத்தைத் தயாரிக்கலாம். பேரிய அமிலஜத்தை வேண்டிய அளவில் கந்தகிகாமில விலயனத்துடன் சேர்க்க, பேரிய-கந்தகிகஜம் அவபதிக்கும். இரக்தகிகாமிலம் (Bromic acid $HBrO_3$) விலயனத்தில் கரைந்து நிற்கும். (பாலார்ட். 1826).



$$Ba(BrO_3)_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4\downarrow + 2HBrO_3$$

அவபதிதத்தை வடிகட்டி இறுத்து விலயனத்தைக் குறைந்த அமுக்க நிலையில் சூடுசெய்து வற்றவைக்கலாம். 50% அமிலத்தைத்தானிவ்விதமடையலாம். அதற்கு மேற்பட்ட பலமுள்ள அமிலம் நிலையற்றது, விபாகித்துவிடும். $4HBrO_3 = 2H_2O + 5O_2 + 2Br_2$ (ஹரிதகிகாமிலம் வேறு விதமாக மாறும்.)

(2) இரக்தக விலயனத்திலாவது, க்ஷார இரக்தகை விலயனங்களிலாவது ஹரிதகத்தைச் செலுத்த, முறையே இரக்தகிகாமிலமாவது, இரக்தகிகஜங்களாவது உண்டாகும்.



$$Br_2 + 6H_2O + 5Cl_2 \rightarrow 10HCl + 2HBrO_3$$

(3) சூடான பொட்டாஸிய-இரக்தகிகஜ விலயனத்துடன், இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்தைச் சேர்க்க, குறைந்த கரைமானமுள்ள இரஜத-இரக்தகிகஜம் அவபதிக்கும். இதைத் தண்ணீரில் தொங்கவிட்டு இரக்தகத்தைச் சேர்க்க, இரஜத-இரக்தகை அவபதித்துவிட, இரக்தகிகாமிலம் விலயனத்தில் அமைந்து நிற்கும்.

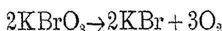


$$5AgBrO_3 + 3Br_2 + 3H_2O \rightarrow 5AgBr + 6HBrO_3$$

இரஜத-இரக்தகையை வடிகட்டி பிறுத்துவிட்டு, அமில விலயனத்தை அடையலாம். (காமெரர் Kammerer 1869).

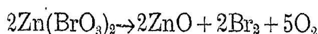
குணங்கள் :—ஹரிதகிகாமிலத்தையும், ஹரிதகிகஜங்களையும், இரக்தகிகாமிலமும், இரக்தகிகஜங்களும் குணங்களில் ஒத்திருக்கின்றன. ஆனால் இவற்றைச் சூடுசெய்தால் பர-இரக்தகிகாமிலமும், பர-இரக்தகிகஜங்களும் உண்டாவதில்லை.

(1) பொட்டாஸிய, இரச, இரஜத இரக்தகிகஜங்கள் சூடால் தாக்கப்பட, பிராணவாயுவை இழந்து உரிய இரக்தகைகளாக மாறுகின்றன.



$$2KBrO_3 \rightarrow 2KBr + 3O_2$$

(2) சில இரக்தகிகஜங்களைச் சூடுசெய்வதால் உலோகப் பிராணைகள் தங்கி நின்று இரக்தகமும் பிராணவாயுவும் வெளியேறும்.



$$2Zn(BrO_3)_2 \rightarrow 2ZnO + 2Br_2 + 5O_2$$



$$4Al(BrO_3)_3 \rightarrow 2Al_2O_3 + 6Br_2 + 15O_2$$



$$2Mg(BrO_3)_2 \rightarrow 2MgO + 2Br_2 + 5O_2$$

இரக்தகிகாமிலம் இரஜதத்துடன் சேர கீழேயுள்ள சமீகரணங்காட்டும் ஒரு விசேஷ விகாரம் உண்டாகும்.



$$6Ag + 6HBrO_3 \rightarrow 5AgBrO_3 + AgBr + 3H_2O$$

இரக்தகிகாமிலமும் இரக்தகிகஜங்களும் வர்த்தனிகள்.

பாடலகமும் பிராணவாயுவும் சேர்ந்த பிராணைகளும் அமிலங்களும் அமிலஜங்களும்
(Oxides, oxy-acids and oxy-salts of Iodine)

உப-பாடலசாமிலம் (Hypoiodous acid)

பாடலக-ஏக-பிராணை I_2O இதுவரையில் தயாரிக்கப்படவில்லை. ஆனால் குளிர்ந்த க்ஷார விலயனங்களில் பாடலகங் கரைந்து பாடலகையாகவும் உப-பாடலசஜமாகவும் மாறும். புதிதாய் அவபதித்த இரசிக-பிராணையுடன் பாடலகத்தைத் தண்ணீரிலெடுத்துக் குலுக்க, உப-பாடலசாமிலம் விலயனத்திலுண்டாகும். ஆனால் இவ்வமிலமும், அமிலஜங்களும் நிலையற்றவை. சாதாரண உஷ்ண நிலையிலேயே அவைகளின் விலயனங்கள் வியோகிக்கும்.



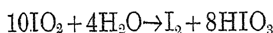
$$3KOI \rightarrow 2KI + KIO_3$$

உப-பாடலசாமிலம் ஒரு பலமற்ற அமிலம், வர்த்தனி, சலவைப்பொருள். பாடலக-சலவைச்சூரணம் உண்டென்று சொல்லுகிறார்கள். பாடலசாமிலம் பாடலசஜங்கள் இவைகளுண்டா என்பது சந்தேகிக்கத்தக்கது.

பிராணைகள் :—பாடலகம் இரண்டு பிராணைகளைத் தருகிறது. (1) பாடலக - துவி - பிராணையை (Iodine dioixde IO_2) மில்லான் (Millon-1844) கண்டுபிடித்தார். (2) பாடலக-பஞ்சபிராணை (Iodine-pentoxide I_2O_5) :—

(1) பாடலகத்துடன் குளிர்ந்த நிலையில் சுண்டின பாக்கியகாமிலத்தைச் சேர்த்துவைக்க மஞ்சள் நிறமுள்ள பாடலக-துவி-பிராணை அவபதிக்கும். அல்லது பாடலகிகாமிலத்தையும் (Iodic acid) சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தையுஞ் சேர்த்துச் சூடுசெய்தும் அதைத் தயாரிக்கலாம். சுண்டின கந்தகிகாமிலத்திலிருந்து அதை ஸ்படிகீகரணஞ்செய்து சுத்தி செய்யலாம்.

அதைச்சூடுசெய்யப் பாடலகமாகவும், பாடலக-பஞ்ச-பிராணையாகவும் அது மாறும்; அதைத் தண்ணீரில் கொதிக்கவிடப் பாடலகமும் பாடலகிகாமிலமும் (Iodic acid) உண்டாகும்.



$$10IO_2+4H_2O \rightarrow I_2+8HIO_3$$

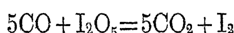
(2) பாடலகிகாமிலத்தை 240°ச-ல் சூடு செய்ய, நீர் பிரிந்து பாடலக-பஞ்ச-பிராணை உண்டாகிறது.



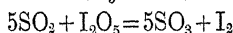
$$2HIO_3 \rightleftarrows H_2O+I_2O_5$$

பாடலக-பஞ்ச-பிராணை வெளுத்த ஸ்படிக வடிவமுள்ள திட ஸ்திதியிலுள்ள பொருள். அது தண்ணீரில் கரைந்து பாடலகிகாமிலத்தைக் கொடுக்கும். ஆகையால் அது நிர்ஜலாமிலம்.

அப்பஞ்ச-பிராணை ஒரு வர்த்தனி; இங்கால-ஏக-பிராணையைச் சாதாரண உஷ்ண நிலையிலேயே துவி-பிராணையாகவும், சூட்டில் கந்தக-துவி-பிராணையை த்ரி-பிராணையாகவும் விருத்திசெய்யும்.



$$5CO+I_2O_5=5CO_2+I_2$$



$$5SO_2+I_2O_5=5SO_3+I_2$$

இவ்வமிலங் கொடுக்கும் உப்புக்களுக்கு பாடலகிகஜங்கள் (Iodates) என்று பெயர். (உ-ம்.) KIO_3. பாடலகிகாமிலத்தைத் தவிர அதைவிட உயர்நிலையிலுள்ள பல பர-பாடலகிகாமிலங்களுமுண்டு. பர-பாடலகிகஜங்களுமுண்டு. பர-பாடலகிகாமிலத்திற்குரிய நிர்ஜலாமிலமாகிய பாடலக-ஸப்த-பிராணை I_2O_7, நிலையற்றதாகையால் இதுவரைத் தயாரிக்கப்படவில்லை. $I_2O_7 \rightarrow I_2O_5+O_2$. அது உடனே பாடலக-பஞ்ச-பிராணையாயும் பிராணவாயுவாயும் வியோகித்துவிடும். ஆனால் அதைச் சங்கற்பித்துக் கொண்டு, அது தண்ணீரில் பல அளவில் கரைந்து பல பர-பாடலகிகாமிலங்களைக் கொடுக்குமென்று வைத்துக்கொள்வோம்.

பாடலகிகஜங்கள் (Iodates)

(1) சுண்டின-பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணே விலயனத்துடன் பாடலகத்தைக் கலந்து சூடு செய்யப் பொட்டாஸிய-பாடலகிகஜம் உண்டாகும்.

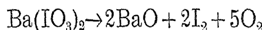


$$3I_2+6KOH \rightarrow KIO_3+5KI+3H_2O$$

பின்ன ஸ்படிகீகரண முறையால் விளைவு அமிலஜங்களைப் பிரிக்கலாம். (2) பாடலகம், ஹரிதகத்தைப் பிராணவாயு சேர்ந்த பொருள்களினின்று விலக்கும் வல்லமை பொருந்தியதென்று முன்பே கூறினேமல்லவா? பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜத்தை (25 கி.) ஒரு கண்ணாடிக் கூஜாவிலுள்ள தண்ணீரில் (120 க.ச.மீ.) கரைத்துப் பாடலகத்தையும் (26 கி.) சுண்டின பாக்கியகாமிலத்தையும் (1 க.ச.மீ.) விலயனத்துடன் சேர்த்துச் சூடுசெய். விகாரம் வீரியத்துடன் நடக்கும். ஹரிதகம் வெளியேறும். விகாரவீரியம் அமர்ந்தவுடன் விலயனத்தைக் கொதிக்கவிடு. ஹரிதகம் இனி வெளியேறாது என்ற நிலை வந்தவுடன், விலயனத்தைக் குளிரவிட, பொட்டாஸிய-பாடலகிகஜம் (கரைமானம் ஹரிதகிகஜத்தைவிடக் குறைவு) ஸ்படிகங்களாகப் படியும். அதைப் புன-ஸ்படிகீகரண முறையால் சுத்தி செய்யலாம். இவ்விதமாக மற்ற பாடலகிகஜங்களையும் தயாரிக்கலாம்.

குணங்கள் :—பாடலகிகஜங்கள் தாரதரித்துப் பார்க்குமிடத்து நிலையுள்ள பொருள்களென்றே சொல்லவேண்டும். பிராணீகரண வீரியத்தில் குறைந்தவையாயிருந்தும் அவைகள் வர்த்தனிகளே. பாஸ்வரத்தையும் பொட்டாஸிய-பாடலகிகஜத்தையுஞ் சூடுசெய்யலாம்; வெடியுண்டாகாது; பாஸ்வரம் எளிதில் எரிய ஆரம்பிக்கும். க்ஷாரலோக-பாடலகிகஜங்கள் அற்பமாய்க் கரையும் பொருள்கள். இரஜத-பாடலகிகஜத்தின் கரைமானம், இரஜத-

ஹரிதகிகஜத்தைவிடக் குறைவானது. சூடுசெய்ய அவைகள் வியோகிக்கும்.

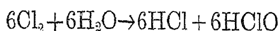
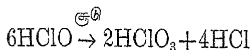
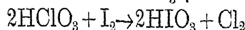
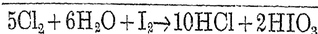

$$Ba(IO_3)_2 \rightarrow 2BaO + 2I_2 + 5O_2$$

$$2AgIO_3 \rightarrow 2Ag + I_2 + 3O_2$$

பாடலகிகாமிலம் HIO_3 (Iodic Acid)

(1) பேரிய-பாடலகிகஜத்தை வேண்டிய அளவில் நீரிட்ட கந்தகிகாமிலத்துடன் சேர்க்க, பேரிய-கந்தகிகஜம் அவபதித்துப் பாடலகிகாமிலம் விலயனத்தில் கரைந்து நிற்கும். பேரிய-கந்தகிகஜத்தை வடிகட்டிப் பிரித்து, விலயனத்தைக் குறைந்த அழுக்க நிலையில் சுண்டக் காய்ச்ச, பாடலகிகாமிலம் ஸ்படிகங்களாக வெளிவந்து பிரியும்.

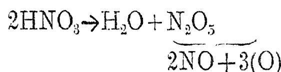
(2) பாடலகத்தைத் தண்ணீரில் தொங்கவிட்டு, ஹரிதகத்தைச் செலுத்த (பிராணீகரணம் ஏற்படுகிறது) பாடலகம் கரைந்து பாடலகிகாமிலமாக விருத்தியாகும். விலயனத்தை முன்போல் வற்றவைக்க அமில-ஸ்படிகங்கள் வெளித்தோன்றும். (கே-லூஸாக் முறை)


$$6Cl_2 + 6H_2O \rightarrow 6HCl + 6HClO$$

$$6HClO \xrightarrow{\text{சூடு}} 2HClO_3 + 4HCl$$

$$2HClO_3 + I_2 \rightarrow 2HIO_3 + Cl_2$$

$$5Cl_2 + 6H_2O + I_2 \rightarrow 10HCl + 2HIO_3$$

விலயனத்தில் இரஜத-பிராணையைச் சேர்க்க, இரஜத-ஹரிதகை அவபதித்து அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தை விலக்கும். அதை வடிகட்ட, வடிதிரவத்தில் பாடலகிகாமில விலயனமே இருக்கும்.

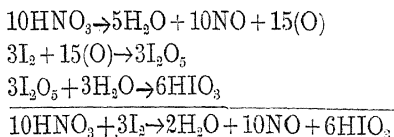
(3) ஹரிதகத்துக்குப் பதிலாக பாக்கியகாமிலத்தை வர்த்தனியாக உபயோகித்துப் பாடலகத்தை பாடலகிகாமிலமாக்கலாம். பாடலகத்தைப் பாக்கியகாமிலத்துடன், சிவப்பு நிற-ஆவி வருவது நிற்கும்வரை கொதிக்கவிட்டு

விலயனத்தை முன்போல் வற்றக்காய்ச்சிப் பாடலகிகாமிலத்தை அடையலாம். இவ்விகாரம் மிகச் சிக்கலானது.



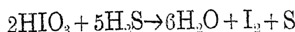
$$2HNO_3 \rightarrow H_2O + \underbrace{N_2O_5}_{2NO + 3(O)}$$

பாடலகம், பாடலக-பஞ்ச-பிராணையாகச் சுண்டின பாக்கியகாமிலத்தால் விருத்தியடைகிறது.



$$\begin{aligned} &10HNO_3 \rightarrow 5H_2O + 10NO + 15(O) \\ &3I_2 + 15(O) \rightarrow 3I_2O_5 \\ &3I_2O_5 + 3H_2O \rightarrow 6HIO_3 \\ \hline &10HNO_3 + 3I_2 \rightarrow 2H_2O + 10NO + 6HIO_3 \end{aligned}$$

குணங்கள் :—பாடலகிகாமிலம் ஒரு வெளுத்த, ஸ்படிகரூபமுள்ள, தண்ணீரில் கரையும் திடப்பொருள். அதன் உருகுநிலை 110°. அது ஒரு பலமுள்ள ஏக-க்ஷாரத்வ அமிலம். அதைச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் விகாரிக்க, பாடலகமும், பாடலக-துவி-பிராணையுமுண்டாகின்றன. அது ஒரு வர்த்தனி. (உ-ம்) அது அப்ஜனக-கந்தகையைக் கந்தகமாக விருத்திசெய்யும்.



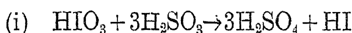
$$2HIO_3 + 5H_2S \rightarrow 6H_2O + I_2 + S$$

அது கந்தசாமிலத்தை (H_2SO_3) கந்தகிகாமிலமாகவும் அப்ஜனக-பாடலகையைப் பாடலகமாகவும் விருத்தி செய்யும். பாடலகிகாமிலமும், கந்தசாமிலமுஞ் சேர்ந்த விகாரம் விநோதமானது. $2HIO_3 + 5H_2SO_3 \rightarrow 5H_2SO_4 + H_2O + I_2$. பாடலகிகாமிலம் உடனேயே பாடலக ஸ்திதிக்குக் குறைவதில்லை. முதன்முதலில் அப்ஜனக-பாடலகையாகவே குறையும். பிறகுதான் பாடலகமாக விபாகிக்கும். ஏனென்றால், பாடலகிகாமிலத்துடன் கந்தசாமிலத்தைக் கலந்த க்ஷணமே, பாடலகந் தோன்றாது. பாடலகந் தோன்றுவதற்குச் சிறிது நேரஞ்செல்லும். இந்த இடைநேரம் பிரதிகாரகங்களின் அளவைப் பொறுத்துத் திட்டமாயுள்ளது. இவ்விடைநேரத்திற்கு "எழுப்புந்

தவணை" அல்லது "கிளர்ச்சித்தவணை" (Period of Induction) என்று பெயர். பாடலகிகாமிலத்தை (2·5-கி) தண்ணீரில் (250 க.ச.மீ.) கரை. கந்தக-துவி-பிராணை யைத் தண்ணீரில் (250 க.ச.மீ.) 5 நிமிஷம் செலுத்து.

(1) 50 க.ச.மீ. (2) 25 க.ச.மீ. (3) 12·5 க.ச.மீ. பாடலகிகாமில விலயனத்தை மூன்று (ஒரு லீட்டர்) கண்ணாடிப் போகணியிலெடுத்து முறையே, 250, 275, 287·5 க.ச.மீ. தண்ணீர்விட்டுப் பெருக்கு. ஒவ்வொன்றிலுஞ் சிறிதளவு புதிதாய்த் தயாரித்த பசைமா விலயனத்தையுஞ் சேர். வேறு மூன்று கண்ணாடிப் போகணிகளில் (4) 50, (5) 25, (6) 12·5 க.ச.மீ. கந்தசாமிலத்தை எடுத்து முறையே 250, 275, 287·5. க.ச.மீ. தண்ணீரைச் சேர்த்துப் பெருக்கு.

(1) ஒன்றாவது போகணியில் நாலாவது போகணியிலுள்ள விலயனத்தைச் சட்டென்று கொட்டிக் கலந்து, கொட்டியவுடன் வினாடிக் கடிகாரத்தை (Stop-watch) ஓடவிடு. விலயனமிச்ரத்தை உற்றுநோக்கிக்கொண்டே இரு. திடீரென்று நீலநிறம் விலயனம் முழுவதும் தோன்றும். அந்த க்ஷணத்தில் கடிகாரத்தை நிறுத்திவிட்டு, இடை நேரத்தைக் குறித்துக்கொள். மறுபடியும் முன் போல் இரண்டாவது விலயனத்துடன் 5-வது விலயனத்தைச் சேர்த்து, நீல நிறந்தோன்றும் நேரத்தையும் 3-வது விலயனத்துடன் 6-வது விலயனத்தைச் சேர்த்து நீல நிறந்தோன்றும் நேரத்தையும் கடிகார உதவியைக்கொண்டு குறி. முதலாவது சோதனையில் குறித்தநேரத்தைவிட இரண்டாவது சோதனையில் அதிக நேரமும், இரண்டாவதைவிட மூன்றாவதில் இன்னுமதிக நேரமும் ஆகும்.


(i) $HIO_3 + 3H_2SO_3 \rightarrow 3H_2SO_4 + HI$

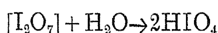

(ii) $5HI + HIO_3 \rightarrow 3H_2O + 3I_2$

முதல் விகாரம் முற்றிலுஞ் சென்றபிறகேதான் இரண்டாவது விகாரம் தொடங்கும். ஏனென்றால் பாடலகம்

கந்தகாமிலத்தால் க்ஷயீகரிக்கப்பட்டு அப்ஜனக-பாடலகை யாக மாறும். விலயனத்திலுள்ள கந்தகாமிலந் தொலைந்த பிறகே பாடலகம் பசைமாவுடன் சேர்ந்து நீலநிறமாக மாறும். விகாரத்தின் ஆரம்பத்தில் பாடலகிகாமிலமும் கந்தகாமிலமும் விகார மண்டலத்தில் அதிக விகிதத்திலிருப்பதால், ஆரம்பத்தில் முதல் விகாரமே விரைவாய் நடக்கும். வேகம் வரவரக் குறையும். இரண்டாவது விகாரம் ஆரம்பத்தில் வெகு மெதுவாகவும் வரவர வேகமாகவும் நடக்கும். ஆகையால் பாடலகை விளைவு, இரண்டு தொடர்-விகாரங்களின் முடிவு (Resultant) வேகத்தைப் பொறுத்தது. முதல் விகாரத்தில் போதுமான அப்ஜனக-பாடலகை ஏற்பட்டு இரண்டாவது விகாரத்தில் போதுமான பாடலகம் உண்டாகிப் பசைமாவுடன் சேர்ந்து நீல நிறத்தைக் காட்டுவதே, பாடலகம் நேரஞ் சென்று தோன்றுவதற்குக் காரணம். இதுமாதிரி அநேக விகாரங்களுண்டு.

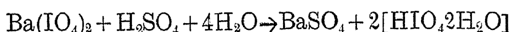
பர-பாடலகிகாமிலம் (Periodic Acid)

பாடலக-ஸப்த-பிராணை ஒரு சங்கற்பித்துக்கொண்ட பொருளே. அது தண்ணீருடன் சேர்ந்து பர-பாடலகிகாமிலத்தைக் கொடுக்கும்.



$$[I_2O_7] + H_2O \rightarrow 2HIO_4$$

ஸோடிய-பாடலகிகஜத்தை ஸோடா க்ஷார விலயனத்தில் எடுத்து ஹரிதகத்தைச் செலுத்த ஸோடிய-பர-பாடலகிகஜம் (Sodium periodate) $NaIO_4$ உண்டாகிறது. அதே விதமாகப் பேரிய-பாடலகிகஜத்தைத் தயாரிக்கலாம். இப்பேரிய-அமிலஜத்தை வெண்டுமளவில் நீரிட்ட கந்தகிகாமிலத்துடன் சேர்க்க பேரிய-கந்தகிகஜம் அவபதிக்கும். அதை வடிகட்டிப் பிரித்து வடிதிரவத்தைக் காய்ச்சி வற்றவைத்து ஸ்படிகீகரணஞ்செய்ய, பர-பாடலகிகாமில நீர்ப்பொருள் வெளிவரும்.



$$Ba(IO_4)_2 + H_2SO_4 + 4H_2O \rightarrow BaSO_4 + 2[HIO_4 2H_2O]$$

இந்த $HIO_4 2H_2O$ என்ற அமிலத்தைச் சூடு செய்ய பாடலக-பஞ்ச பிராணையுண்டாகும். $HIO_4 2H_2O$ என்ற அமிலம் திடப்பொருள். அதன் உருகுநிலை 130°ச.

(2) அமிலத்தையும் அமிலஜங்களையும் மின்சார வியோக முறைகளால் தயாரிக்கலாம். நீரற்ற பர-பாடலகிகாமிலம் HIO_4 இதுவரையில் தயாரிக்கப்படவில்லை. ஆனால் இரஜத, ஸோடிய அமிலஜங்கள் ($AgIO_4$ and $NaIO_4$) தயாரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. சங்கற்பித்துக்கொண்ட பாடலக-ஸப்த-பிராணையின் ஓர் அணு, ஒன்றுமுதல் ஏழுவரை தண்ணீர் அணுக்களுடன் முறையே சேர்ந்து ஏழு பர-பாடலகிகாமிலங்களைத் தரும். அவைகளுக்குரிய சில அமிலஜங்களே நமக்குத் தெரிந்தவை.

தண்ணீர் அணுத் தொகை	உண்டாகும் சேர்க்கைப் பொருள்	சுலப சங்கேதம்	அமிலத்தின் பெயர்	அமிலஜங்களின் உதாரணங்கள்
$1H_2O$	$I_2O_6(OH)_2 = 2HIO_4$	HIO_4	மித-பர-பாடலிகாமிலம் (Metaperiodic acid)	KIO_4, $AgIO_4$
$2H_2O$	$I_2O_5(OH)_4$	$H_4I_2O_9$	துவி-மத்ய-பர-பாடலகி காமிலம் Dimeso-periodic acid	அமிலஜங்கள் தெரியவில்லை
$3H_2O$	$I_2O_4(OH)_6$	H_3IO_5	மத்ய-பர-பாடலகி காமிலம் (Meso-periodic acid)	Ag_3IO_5 $Pb_3(IO_5)_2$

தண்ணீர் அணுத் தொகை	உண்டாகும் சேர்க்கைப் பொருள்	சுலப சங்கேதம்	அமிலத்தின் பெயர்	அமிலஜங்களின் உதாரணங்கள்
$4H_2O$	$I_2O_3(OH)_8$	$H_8I_2O_{11}$	துவி-அபர-பர-பாடலகிகாமிலம் (Dipara periodic acid)	அமிலஜங்கள் சந்தேகம்
$5H_2O$	$I_2O_2(OH)_{10}$	H_5IO_6	அபர-பர-பாடலகிகாமிலம் (Para periodic acid)	Ag_5IO_6 $Ag_2H_3IO_6$
$6H_2O$	$I_2O(OH)_{12}$	$H_{12}I_2O_{13}$	துவி-பூர்வ-பர-பாடலகிகாமிலம் (Di-ortho periodic acid)	அமிலஜங்கள் சந்தேகம்
$7H_2O$	$I_2(OH)_{14}$	H_7IO_7	பூர்வ-பர-பாடலகிகாமிலம் (Ortho-periodic acid)	அமிலஜங்கள் தெரியவில்லை

ஹரிதக வம்ச வரலாற்றின் சுருக்கம்

தனிப்பொருள்களின் குடும்பங்களில் ஹரிதக குடும்பத்தின் குணாதிசயங்களே முதன்முதலில் அறியப்பட்டன. அவைகளின் குணங்கள் பொதுவாக ஒன்றுபட்டவை: குணங்களின் தன்மை படிப்படியாக வித்தியாசப்பட்டுக்கொண்டே போவது மிகவும் விந்தையாயிருக்கிறது. பரமாணுபாரம் அதிகமாக அதிகமாகப் பௌதிக ரஸாயன குணங்களும் படிப்படியாகப் பேதங்களை அடைகின்றன. இத்தன்மையை அடியிற் கண்ட ஜாப்தாக்களில் காணலாம்.

ஜாப்தா I தனிப்பொருள்கள்

	காசாதம்	ஹரிதகம்	இரக்தகம்	பாடலகம்
பரமாணு பாரம்	19·0	35·46	79·92	126·93
உருகுநிலை	−223°ச	−102°ச	−7°ச	+114ச°
கொதிநிலை	−187°ச	−34°ச	59°ச	184°ச
(சாதாரணமாக) ஸ்திதி	வாயு	வாயு	திரவம்	திடம்
நிறம்	வெளுத்த மஞ்சள்	பச்சை மஞ்சள்	சிவந்த பழுப்பு	நீலக் கறுப்பு
மணம்	காரமுள்ளது ஜவ்வுச்சதையை எல்லாந் தின்றுவிடும்.	காரமுள்ளது	காரமுள்ளது	காரமுள்ளது
திண்மை	1·14 திரவ ஸ்திதியில்	1·55 திரவ ஸ்திதியில்	3·19	4·55
அணு அமைப்பு	F_2	Cl_2	Br_2	I_2
0°ச 760 ஸ. மீ. நிலையில் 100 க.ச.மீ. தண்ணீரில் கரைமானம்	ரஸாயன விகாரம் ஏற்பட்டு ஓஸோனித்த பிராணவாயு வெளிவரும்	461 க.ச.மீ. =1·48 கி.	3·6 கி.	0·03 கி.
அப்ஜனக ஸம்யோக வீரியம்	அளவற்ற வீரியம்—210°ச-ல் இருட்டில் ஸம்யோகித்துச் சுடர் விட்டெரியும்	சூரியன் அல்லது செயற்கை வெளிச்சத்தில் வெடியுடன் ஸம்யோகிக்கும்	சூரிய வெளிச்சத்தில் 196°ச-ல் ஸம்யோகிக்கும் சூடான பிளாடினம் ஸ்பர்சகர்த்தாவாக இருந்தால் ஸம்யோகிக்கும்	ஸம்யோகம் சிரமம். சூடான பிளாடினப் பஞ்சு ஸ்பர்சகர்த்தாவாயிருக்கச் சிறிதளவு ஸம்யோகம் ஏற்படும் விபரீத விகாரம்
பிராணீகரண சக்தி	மிக அதிக பலங் கொண்டது	அதிக பலங் கொண்டது	பலமுள்ளது	குறைந்த பலமுள்ளது

பரமாணுபாரமதிகரிக்க அதிகரிக்கப் பௌதிக குணங்களின் பரிமாணங்களும் விருத்தியாகிக்கொண்டிருப்பதைக் கவனிக்க.

ஜாப்தா II அப்ஜ-அமிலங்களின் குணங்கள்

நான்கு பொருள்களையும் தயாரிக்கும் முறைகளைக் கவனித்து முறைகளிலுள்ள விசேஷ ஒற்றுமையையும் வித்தியாசங்களையுங் கவனிக்க.

	HF	HCl	HBr	HI
ஸம்யோக உஷ்ணம்	$H_2+F_2 \rightarrow$ 2HF+2 × 38600 தா.	$H_2+Cl_2 \rightarrow$ 2HCl+2 × 22000 தா.	$H_2+Br_2 \rightarrow$ 2HBr+2 × 8400 தா.	$H_2+I_2 \rightarrow$ 2HBr−2 × 6100 தா.
ஸ்திதி	வாயு	வாயு	வாயு	வாயு
நிறம்	நிறமற்றது	நிறமற்றது	நிறமற்றது	நிறமற்றது
மணம்	காரமுள்ளது	காரமுள்ளது	காரமுள்ளது	காரமுள்ளது
அணுபாரம்	20,40,60, HF·H_2F_2, H_3F_3	36·46 HCl	80·93 HBr	127·94 HI
கொதிநிலை	19·4°ச	−83·4°ச	−67·1°ச	−35·5°ச
உருகுநிலை	−92·3°ச	−113°ச	−87·9°ச	−50·8°ச
ண்ணீரிற் கரைமானம்	35·3%	42%	49%	57%
பூரித விலயனத்தின் திண்மை	1·15	1·21	1·49	1·70
திட்ட-கொதிநிலை மிச்ரத்தின் சங்கலனம்	36%	20·24%	47%	57·7%
கொதிநிலை	120°ச	110°ச	126°ச	127°ச
வியோக உஷ்ணம்	—	1500°ச	800°ச	180 ச
காரமழிதல் உஷ்ணம்	16400 தா.	13700 தா.	13700 தா.	13700 தா.
விலயனம்	பலமற்றது	நல்ல பலமுள்ளது	நல்ல பலமுள்ளது.	ந. பலமுள்ளது
100 கி. தண்ணீரில் 20°ச-ல் இரஜதஅமிலஜத்தின் கரைமானம்	1720 கி.	0·00154 கி.	0·000084 கி	0·0000028 கி
100 க.ச.மீ. பூரித விலயனத்திலுள்ள கால்ஸிய அமிலஜத்தின் அளவு	0·0016 கி.	42· 7 கி.	58·8 கி.	67·6 கி.
கந்தகிகாமிலம் +MnO_2	HF	Cl_2	Br_2	I_2
சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் சூடு செய்ய	பாதிக்கப்படாது	பாதிக்கப்படாது	சிறிதளவு இரக்தமாக மாறும்	முழுதும் பாடலகமாக மாறும்
விசேஷ குணம்	கண்ணாடியைத் தின்னும்	—	—	ஒரு வீரிய க்ஷயகாரி

அப்ஜனகத்துடன் சேர்ந்த பொருள்களின் குணங்கள், அணுபாரம் அதிகரிக்க அதிகரிக்கப் படிப்படியாய் வித்தியாசப்பட்டுக்கொண்டு வருகின்றன.

காசாதத்திற்கும் ஹரிதகத்திற்கும் உள்ள வித்தியாச அளவு, பக்கத்திலுள்ள மற்ற இரண்டு பொருள்களுக்கும் உள்ள வித்தியாச அளவைவிட அதிகமாய் இருக்கிறது. பரமாணுபாரம் குறையக்குறைய அப்ஜனகத்துடன் சேரும் வீரியம் அதிகமாயும், பிராணவாயுவுடன் சேரும் வீரியம் எதிரிடையாகப் பரமாணுபாரம் அதிகமாக அதிகமாக, அதிகமாயும் இருப்பது ஒரு விசேஷ குணம். இத்தன்மைக்கு ஒத்தே, அப்ஜனகத்துடனே உலோகங்களுடனே சேர்ந்த-துவி சேர்க்கைப்பொருள்களிலிருந்து குறைந்த பரமாணுபாரமுடைய தனிப் பொருள் மற்றவைகளை விலக்கும். பிராணவாயுவுடன் சேர்ந்த பொருள்களிலிருந்து, அதிகப் பரமாணுபாரமுடையது, குறைந்த பரமாணுபாரமுடைய மற்றவைகளை விலக்கும். அவ்விகிதத்திலேயேதான் அவ்வப்பொருள்களின் நிலையுமுள. முதல் குடும்பத்தினளுகிய காசாதம் தன் சகோதரர்களிடமிருந்து பலவிதங்களில் வித்தியாசப்படுவது விசேஷமாய்க் கவனிக்கத்தகுந்தது. ஒற்றுமைகளையும் வித்தியாசங்களையும் சேகரித்துக் குறித்து ஒரு ஜாப்தாவை மாணுக்கர்கள் தயாரித்தால் ஹரிதக இனங்களைப்பற்றித், தயாரிக்கும் முறைகள், குணுதிசயங்கள் முதலியவைகளைச் சுலபமாய் அந்த ஜாப்தாவைப் பார்த்தமாத்திரத்திலேயே அறியலாம். விஷயங்களை எளிதிலும் ஞாபகத்தில் வைத்துக்கொள்ளலாம். ஒற்றுமை வித்தியாசங்களின் படிப்படியான வித்தியாச அழகையுங் காணலாம்.

அத்தியாயம் 26



தனிப்பொருள்களின் ஆவர்த்தனஸம்விபாகம் அல்லது அணிவகுப்பு
(The Periodic Classification of Elements)

ஒரு தொழிலிலுள்ள எவனும், தனக்குத் தெரிந்த விஷயங்களையும் தான் கையாளும் பொருள்களையும், சௌகரியத்தின்பொருட்டு வகைவகையாகப் பிரித்துக்கொள்வது இயற்கையே. இதைப்பற்றி முன்பே குறித்துள்ளோம். இவ்வாறு தரம் பிரித்தல், நாம் எளிதில் விஷயங்களை நினைவில் வைத்துக்கொள்ளுவதற்கு மிகச் சாதகமாயிருக்கிறது. எல்லாவற்றையும் ஒன்று குவித்து வைத்திருக்க, குழப்பமும், கலக்கமும், மலைப்பும், மயக்கமுமே உண்டாகும். ஆனதுபற்றியே பேராசிரியராகிய "ஹக்ஸ்லீ" (Huxley) சொன்னார் :—"பொருட்கூட்டத்தின் உத்தம வர்க்கப் பிரிவினை என்பது என்னவெனில், வித்தியாசமில்லாத பொருள்களை வித்தியாசமுள்ள பொருள்களினின்றும் தரம் பிரிப்பதேயாம். விவகாரத்திலுள்ள பொருள்களின் குணங்களைத் தெளிவாய் அறிந்து ஞாபகத்தில் வைத்துக்கொள்ள இம்முறை அனுகூலமாயிருக்கிறது."

இப்பிரிவினை விஞ்ஞானத்தின் முக்கியமான அம்சம். விஞ்ஞான வாதிகள் தொன்றுதொட்டு இம்முறையை அனுசரித்து வந்துகொண்டே இருக்கிறார்கள். தனிப் பொருள்களில் அநேகம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டவுடனேயே அவைகளையும் இனம்பிரிக்க எண்ணினர். தனிப்பொருள்களைப் பலவிதங்களில் இனம் பிரிக்கலாம். முதன் முதலில் தனிப்பொருள்களை (I) உலோகங்களாகவும், (II) அலோகங்களாகவும் பிரித்தனர்.[1] அதிகத் திண்மை,

---

[1] 94—98-ம் பக்கங்களைப் பார்க்கவும்.

உயர்ந்த உருகுநிலை, உஷ்ணம், மின்சாரம் இவைகளை வகித்துச் செலுத்துதல், உலோக ஒளி, நன்றாய் மெருகேற்றப்படுந்தன்மை, விஸ்தாரித்வம், தந்திகரணம், அதிக இழுவிசை, உறுதி, பிராணைகளின் க்ஷாரகுணம், நீர்வியோகமடையாத நிலையுள்ள ஹரிதகை முதலிய உப்புகளைக் கொடுத்தல், நிலையற்ற திடஸ்திதியிலுள்ள அப்ஜனகைகளைத் தருதல், அமிலங்களிலிருந்து அப்ஜனகத்தை விலக்குதல், திடஸ்திதியிலிருத்தல் (இரஸத்தைத்தவிர மற்றவை) என்னும் இக்குணங்கொண்டவை உலோகங்கள். குறைந்த திண்மை, குறைந்த உருகுநிலை, உஷ்ணம், மின்சாரம் இவைகளை வகித்துச் செலுத்துவதில் பலமின்மை, மங்கலாயிருத்தல், மெருகு ஏறுமை, எளிதில் உடைதல், பிராணைகளின் அமிலகுணம், நீர்வியோகமடையும் நிலையற்ற ஹரிதகைகளைக் கொடுத்தல், நிலையுள்ள வாயுஸ்திதியிலுள்ள அப்ஜனகைகளைக் கொடுத்தல், அமிலங்களால் சாதாரணமாகப் பிடிக்கப்படாமலிருத்தல், மூன்று ஸ்திதிகளிலுமிருத்தல் என்னும் இக்குணங்கள் கொண்டவை உலோகமற்ற தனிப்பொருள்கள்.

இப்பிரிவினை மொத்தமாகச் சரியாயிருந்தும் அதற்குப் பல ஆக்ஷேபணைகள் சொல்லலாம். மேலே கண்ட உரிய குணங்களெல்லாம் சில உலோகங்களிலோ அலோகங்களிலோ காணப்படுவதில்லை. சில உலோகங்கள் அலோகங்கள்போலவும் சில அலோகங்கள் உலோகங்கள் போலவும் (பல குணங்களில்) காணப்படுகின்றன. இன்னுஞ் சில தனிப்பொருள்கள் இவ்விரு ஜாதி குணங்களும் பொருந்தியவையாயிருக்கின்றன. (உ-ம்) பாஷாணம், அஞ்சனம், பிஸ்மதம், பௌம்யம், சாந்த்ரம் என்ற இத்தனிப் பொருள்கள் உலோகங்களின் சில சிறப்புக் குணங்களையும் அலோகங்களின் சில சிறப்புக் குணங்களையுமுடையனவாக இருக்கின்றனவென்று முன்பே கூறியிருக்கிறோமல்லவா? நாகமும் அலுமீனியமும் உலோகங்களென்பதிற் சந்தேகமுண்டா? அவைகளின் பிராணைகள் அமிலங்களிலும்

க்ஷாரங்களிலும் கரையும். ஆகையால் இப்பிரிவினை சரியன்று.

தனிப்பொருள்களைத் தனமின்சாரத் தனிப்பொருள்களாகவும் (Electropositive elements) ருணமின்சாரத் தனிப்பொருள்களாகவும் (Electronegative elements) பிரிக்கலாம். அநேகமாய், உலோகங்கள் தனமின்சாரத் தனிப்பொருள்களாகவும் அலோகங்கள் ருணமின்சாரத் தனிப்பொருள்களாகவும் காணப்படுகின்றன. (பக்கம் 469-470). 482-வது பக்கத்தில், ரஸாயன விகாரங்களில், உலோக பரமாணுக்கள் மின்பரமாணுக்களை இழப்பவையென்றும் அலோக பரமாணுக்கள் அவற்றை ஏற்பவையென்றும் குறிப்பிட்டோம். இவ்வரையறுத்தலின்படி அப்ஜனகத்தையும் ஓர் உலோகமாகக் கருத நேரிடுகிறது. அது ரஸாயன மின்சார அடுக்கில் உலோக வர்க்கத்திலும் அடுக்கின் மத்தியிலும் அமருவதையுங் கவனிக்க (பக்கம் 470). அப்ஜனகத்தை உலோகமாக எங்ஙனங் கருதுவது? இன்னும் ஸௌர இனத்தைச் சேர்ந்த மந்த வாயுக்களை எச்சாதியில் சேர்ப்பது? அவை மின்பரமாணுக்களை ஏற்கவும் ஏற்கா; அவற்றை ஈயவும் ஈயா. எனினும் அவை அலோகங்கள் என்பதில் சந்தேகமுண்டோ? ஆகையால், இம்முறையுஞ் சரியல்ல.

தனிப்பொருள்கள் ஒவ்வொன்றும் மற்றொன்றுடன் ஸம்யோகிக்கும் சாமர்த்தியத்தை ஒரு நிச்சயமான அளவில் காட்டுகிறது. இது தனிப்பொருளின் விசேஷ குணம். ஆகையால் ஸம்யோக சாமர்த்தியத்தைப் பொறுத்துப் பிரிக்கலாமா? அவ்விதஞ் செய்தால் எதிரிடையான குணங்களையுடைய ஸோடியம் முதலிய உலோகங்களையும் லவணஜனகங்களையும் ஒரே வகுப்பில் கொண்டுவர நேரிடுகிறது. மேலும் ஒரு பொருளுக்கு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சாமர்த்தியமிருக்கிறதே! (பக்கம் 367.) அவ்விதப் பொருள்களைப் பல வகுப்புகளில் அல்லவா வைக்க வேண்டி நேரிடும். ஆகையால் இம்முறையுஞ் சரியன்று.

தனிப்பொருள்களொவ்வொன்றிற்கும் மாறாத விசேஷ குணம் யாது? அது அதன் பரமாணுபாரமே.[1] பரமாணு பார விகிதம் வரிசைப்படுத்துவதே சரியான தென்று தோன்றுகிறது. 1829-ம் வருஷம் முதன் முதலில் டாபரினியர் (Dobereiner) என்பவர் "ரஸாயன குணங்களிலொற்றுமையுள்ள தனிப்பொருள்கள் ஏறக்குறைய ஒரே பரமாணு பாரமுள்ளவையாகவோ, அல்லது, அவைகளை மும்மூன்றாக வரிசை செய்ய, அவைகளின் பரமாணுபாரங்களில் ஏறக்குறைய ஒரே அளவு வித்தியாசமுள்ளவைகளாகவோ இருக்கின்றன" என்பதைக் கண்டறிந்தார். இவைகளுக்கு "டாபரினியரின் மும்மை" (Dobereiner's Triads) என்று பெயர். சில மும்மைகளைக் கவனிப்போம்.

அயம்	கோபதம்	நிக்கலம்
55·84	58·94	58·69
ருதீனியம்	ரோடியம்	பல்லேடியம்.
101·7	102·91	106·7
ஹரிதகம்	இரக்தகம்	பாடலகம்
35·46	79·92	126·92

45 வித்தியாசம் 47

கால்ஸியம்	ஸ்ட்ரான்ஷியம்	பேரியம்
40·08	87·63	137·36

47 (சுமாராக) 50

கந்தகம்	சாந்த்ரம்	பௌமயம்
32·06	78·96	127·61

47 (சுமாராக) 48·5

[1] இதுவும் முற்றிலுமுண்மையல்ல. ஒரு தனிப்பொருளின் பரமாணு எண்ணே (Atomic Number) அதன் சிறப்பு மாறுவிராசியாம். இவ்வத்தியாயத்தின் கடைசியிற் பார்க்கவும்.

(இங்கு தற்கால பரமாணு பாரங்களையே உபயோகித்திருக்கிறோம்.)

1859-ம் ஆண்டில் ட்யுமாஸ் என்பவர் டாபரினியர் மும்மைகளையொட்டித் தனிப்பொருள்களைப் பல குடும்பங்களாக அணிவகுத்தார்; லவணஜனக மும்மையுடன் காசாதமும், க்ஷார மண் உலோக மும்மையுடன் மாக்னீஸியமும் சேர்க்கப்பட்டன.

தனிப்பொருள்களின் பரமாணுபாரங்கள் அக்காலத்தில் சரியானபடி கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. ஆகையால் பிரிவினை முறை அதிகமாக முன்னேற முடியவில்லை. ஆனால் பெர்ஸீலியஸ் வெகு சிரமப்பட்டுப் பரமாணுபாரங்களைச் சரிவரக் கண்டுபிடித்தார். எங்கு சந்தேகமிருந்ததோ, அவ்விடங்களில் அவோகாட்ரோ நியாயத்தைக்கொண்டு தனிப்பொருளின் சரியான பரமாணுபாரத்தை நிச்சயிக்கலாம் என்பதைத் தெளிவுபெறக் கானிஸாரோ (Cannizzaro) என்பவர் (1857) எடுத்துக்காட்டவே, தனிப்பொருள்களின் பரமாணுபாரங்களைச் சரிவர நிர்ணயப்படுத்தப் பலர் முன்வந்து வேலைசெய்யத் தொடங்கினர். பரமாணுபாரங்கள் சரியான அளவில் கண்டுபிடிக்கப்படவே தனிப்பொருள்களுக்குள்ள ஒற்றுமை வேற்றுமைகள் தெளிவாய்த் தெரியவந்தன. ஆரோகண பரமாணுபாரங்கள் விகிதம் அதாவது ஏறுமுகமாகத் தனிப்பொருள்களை வரிசைப்படுத்த, ஒரு விசேஷ ஒற்றுமையையும் இப்பிரிவினையின் அமைப்பையும் கண்டு ஆச்சரியங்கொண்டார் "ந்யூலண்ட்ஸ்" (Newlands) என்ற ஒரு ரஸாயன விஞ்ஞானி (1863). இப்பிரிவினையில், முதலாவது தனிப்பொருளும் எட்டாவது தனிப்பொருளும், அவ்வாறே 2-வதும் 9-வதும், 3-வதும் 10-வதும், ஒவ்வோரினத்தைச் சேர்ந்தவையாகக் காணப்படுகின்றன. இது "ஸப்த ஸ்வர அல்லது ஏழிசைக் கிரமத்தையல்லவா ஒத்திருக்கிறது." என்று நினைத்து அவர் "அஷ்டஸ்வர நியாயம்" அல்லது "எண்ணிசை நியாயம்" (Law of Octaves) என்பதை வெளியிட்டார்.

"பின்வரும் ஒவ்வோர் எட்டுத் தனிப்பொருள்களும் அடுத்தடுத்து வருகின்றன. அதாவது ஸப்த ஸ்வரங்களுள் ஒவ்வொன்றும் அததன் உச்ச ஸ்வரமாகிய அடுத்த எட்டாவது ஸ்வரத்துடன் எவ்விதம் பாத்தியமுடையதாயிருக்கிறதோ, அதே விதமாக, ஒரே கணத்தைச் சேர்ந்த தனிப்பொருள்களும் அமைந்துள." சங்கீதத்தில் "ஸ, ரி, க, ம, ப, த, நி" என்ற ஏழு இசைகளிருக்கின்றன. அதற்குப்பின், "ஸ, ரி, க, ம, ப, த, நி" என்ற அடுத்த உச்ச சரளி வரிசை வருகிறதல்லவா? அதுபோல் தனிப்பொருள்களின் பரமாணுபாரங்களை ஏறுமுகத்திலிருக்கும்படி வரிசை செய்ய, பின்வருமாறு அமைகின்றன.

H	Li	Gl	B	C	N	O	
F	Na	Mg	Al	Si	P	S	(ந்யூலண்ட்ஸின்
Cl	K	Ca	Cr	Ti	Mn	Fe	ஜாப்தா 1865.)

ஓரினத்தைச் சேர்ந்த தனிப்பொருள்களெல்லாம் ஒரே பத்தியில் அநேகமாய் அமருகின்றன என்பதை ந்யூலண்ட்ஸ் என்பவர் கண்டு, பரமாணுபாரங்களில் காணப்படும் பாத்தியங்களும் மும்மைகளும் அஷ்டஸ்வர நியாயத்திலிருந்து வெளிவரும் பயன்களே என்று தெரிவித்தார். ஆனால் இவர் இதை வெளியிட்டவுடன் இவரது கொள்கையை ஒருவரும் மதிக்கவில்லை. அதுவுமல்லாமல், இவ்விஷயத்தைப்பற்றி அவர் 1866-ம் வருஷம் லண்டனில் "ரஸாயனச் சங்கத்தின்" முன்பு, பிரசங்கஞ் செய்தபொழுது, "பாஸ்டர்" என்ற ஒரு ரஸாயன வாதி எழுந்து ஏளனமாகப் பின்வருமாறு கேட்டார்: "ந்யூலண்ட்ஸ் துரையவர்கள் தனிப்பொருள்களை அவை அவைகளின் பெயர்களின் முதல் எழுத்து விகிதப்படி வரிசைசெய்து பார்த்திருக்கிறாரோ? அம்முறையிலும் பல ஒற்றுமைகள் தோன்றுமே!!"

ஓர் உண்மையான விஷயத்தை வெளியிடுவதிலும் ஆரம்பத்தில் இவ்விதச் சங்கடங்களும், ஆக்ஷேபணைகளும்,



மெண்டலீப்

(1834—1907)

[அனுமதியுடன்]

ஏனனங்களும் தோன்றுவது இயற்கை போலும்!!! ஆனால் ந்யூலண்ட்ஸ் சொன்னதில் உண்மையிருக்கின்றதென்று பின்னர் கண்டுகொண்டனர்.

1869-ம் வருஷம், நாம் இப்பொழுது ஏற்றுக் கொண்டுள்ளபடி தனிப் பொருள்களை அவைகளின் பரமாணுபாரங்களுக்கு ஒத்தவாறு ரஷ்யா தேசத்து ரஸாயன சாஸ்திரி மெண்டலீப் (Mendeleeff) வரிசைப் படுத்தினர். அவருக்கு, ந்யூலண்ட்ஸ் வெளியிட்ட விஷயம் ஒன்றுந் தெரியாது. எல்லாவற்றினுங் "குறைந்த பரமாணுபாரமுள்ள தனிப்பொருளிலிருந்து வரிசையாக்கிப் பார்க்க, ரஸாயன குணங்களில் ஒப்புமையுடைய தனிப் பொருள்களெல்லாம் ஏறக்குறைய சமமான இடை வெளிகளிலே அமர்கின்றன என்பதைக் கண்டார். குறைந்த பரமாணுபாரமுள்ள தனிப்பொருளை முதலிலமைத்துப் பின் ஆரோஹண (ஏறுமுகப்) பரமாணுபார விகிதத்தில் தனிப்பொருள்களை வரிசைப்படுத்திப் பார்க்க, அவைகளின் குணங்களில் ஒருவிதமான ஆவர்த்தத்தைப் (Periodicity) பார்க்கிறோம். தனிப்பொருள்களின் பரமாணுபாரங்களுக்கும் குணங்களுக்கும் உள்ள உறவுக்கு 'ஆவர்த்தன நியாயம்' (Periodic Law) என்று பெயரிட்டிருக்கிறேன். இந்நியாயம் எல்லாத் தனிப்பொருள்களையும் பொறுத்திருக்கிறது. இவ்வுறவும் ஆவர்த்தனோற்பன்ன பலனாகவும் (periodic-function) இருக்கிறது" என்று அவர் சொன்னார். இவற்றையெல்லாம் "அவ்வவற்றின் பரமாணுபாரங்களின் ஆவர்த்தனோற்பன்ன பலன்களுக்கு ஒத்தவாறே தனிப்பொருள்களின் குணங்களிருக்கின்றன"[1] என்று சுருக்கிச் சொல்லிவிடலாம். கணித சாஸ்திரத்தில் $y = f(x)$ என்பது y என்ற தொகைக்கும் x என்ற தொகைக்குமுள்ள உறவைக் காட்டும் சமீகரணம். y என்பதன் பிரமாணம் x என்பதன் பிரமாணத்தைச் சார்ந்திருக்

[1] The properties of the elements are periodic un c tions of their atomic weights.

கிறது. x மாறும் விகிதத்தில் y யும் மாறும். ஒரு வட்டத்தின் பரிதி (circumference) அதன் ஆரத்தின் அல்லது வீச்சின் (Radius) உற்பன்ன பலனே. அதேவிதமாகத் தனிப்பொருள்களின் குணங்களும், தனிப்பொருள்களின் பரமாணுபாரங்களின் உற்பன்ன பலனுயிருக்கின்றன. பரமாணுபாரம் உயரக் குணமும் உயரும். ஆனால் இவ்வுற்பன்ன பலன், ஒரே வழியில் போய்க்கொண்டிராமல், ஒரு திட்டமான தடவைக்குப் பின் திரும்பித்திரும்பி வருகிறது. குணங்கள் ஒரு விகிதத்தில் மாறுபட்டுக்கொண்டே போய் ஒரு எல்லையை அடைந்தவுடன் மறுபடியும் தொடக்க இடத்திற்குரிய குணங்களைத் தொட்டு நிற்கும். குறித்த தடவைக்குத்தடவை, குணங்கள் அநேகமாய் ஒரே நிலைமையை அடைவதைத்தான் நாம் "ஆவர்த்தன உற்பன்ன பலன்" என்று கூறினேம். இந்த இடைவெளிதான் "ஆவர்த்தம்" (periodicity) என்பது. மெண்டலீப் அணிவகுப்பில் நாம் 7 ஆவர்த்தனங்களையும் (periods) 9 கணங்களையும் (groups) காண்கிறோம். நேர் படுக்கை வரிசையிலுள்ள தனிப் பொருள்களைக் குறிப்பது ஆவர்த்தனம். குறுக்கே மேலுங்கீழுமாயுள்ள தனிப்பொருள்களைக் குறிப்பது கணம். முதலில் நாம் அப்ஜனகத்திலிருந்தே ஆரம்பிக்கவேண்டும். ஏனென்றால் அதன் பரமாணுபாரமே எல்லாவற்றிலுங் குறைந்தது. ஆனால் ஆவர்த்தன ஸம்விபாகத்தில் இதற்கு எந்த இடத்தைக் கொடுக்கிறதென்று தெரியவில்லை. மற்றத் தனிப்பொருள்களின் எவ்வர்க்கத்திலுஞ் சேராமல் விசேஷ குணமுடையதாய் அது தனியே நிற்கிறது. ஆனதுபற்றியே அதை "ஒரு பெரும் போக்கிலி" என்று மெல்லார் என்ற ரஸாயன நூலாசிரியர் அழைத்தார். இதைப்பற்றிப் பின்பு மறுபடியுங் கவனிப்போம்.

முதல் இரண்டு ஆவர்த்தனங்களொவ்வொன்றிலும் எட்டுத் தனிப்பொருள்களிருக்கின்றன. இவைகள் "குறுகின ஆவர்த்தனங்கள்" (Short periods). மூன்றாவது

மெண்டலீப் எழுதிய "ரஸாயன தத்துவங்கள்" (Principles of Chemistry) என்னும் புத்தகத்தை ஆங்கிலத்தில் மொழி பெயர்த்து 1905-ம் வருஷம் வெளியிட்ட புத்தகத்தில் காணப்படும் தனிப்பொருளணி வகுப்பு.

தொடர்	சூனிய கணம்	ஒன்றாங் கணம்	இரண்டாங் கணம்	மூன்றாங் கணம்	நான்காங் கணம்	ஐந்தாங் கணம்	ஆறாங் கணம்	ஏழாங் கணம்	எட்டாங் கணம்		
0	X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	Y	அப்ஜனகம் H = 1·008	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	ஸௌரம் He = 4·0	லிதியம் Li = 7·03	பெரீலியம் Be = 9·1	பொறனம் B = 11·0	இங்காலம் C = 12·0	பாக்ஷியஜனகம் N = 14·04	பிராணம் O = 16·0	காசாதம் F = 19·0	—	—	—
3	நூதனம் Ne = 19·9	ஸோடியம் Na = 23·05	மாக்னீஸியம் Mg = 24·1	அலுமினியம் Al = 27·0	சிலகம் Si = 28·4	பாஸ்வரம் P = 31·0	கந்தகம் S = 32·06	ஹரிதகம் Cl = 35·45	—	—	—
4	அலஸம் Ar = 38	பொட்டாஸியம் K = 39·1	கால்ஸியம் Ca = 40·1	ஸ்காண்டியம் Sc = 44·1	டைடேனியம் Ti = 48·1	வனேடியம் V = 51·4	க்ரோமியம் Cr = 52·1	மாங்கனஜம் Mn = 55·0	அயம் Fe = 55·9	கோபதம் Co = 59	நிக்கலம் Ni = 59 ((
5	—	தாமிரம் Cu = 63·6	நாகம் Zn = 65·4	காலியம் Ga = 70·0	ஜெர்மேனியம் Ge = 72·3	பாஷாணம் As = 75·0	சாத்திரம் Se = 79·0	இரக்தகம் Br = 79·95	—	—	—
6	குப்தம் Kr = 81·8	ருபீடியம் Rb = 85·4	ஸ்ட்ரான்ஷியம் Sr = 87·6	யிட்ரியம் Y = 89·0	ஜிர்கோனியம் Zr = 90·6	நியோபியம் Nb = 94·0	மாலிப்டீனம் MO = 96·0	—	ருதீனியம் Ru = 101·7	ரோடியம் Rh = 103·0	பல்லேடியம் Pd = 106·5 (
7	—	இரஜதம் Ag = 107·9	காட்மியம் Cd = 112·4	இன்டியம் In = 114·0	வங்கம் Sn = 119·0	அஞ்சனம் Sb = 120·0	பௌளம்யம் Te = 127	பாடலகம் I = 127	—	—	—
8	அன்னியம் Xe = 128	ஸீஸியம் Cs = 132·2	பேரியம் Ba = 137·4	லந்தானம் La = 139	ஸீரியம் Ce = 140	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0	—	—	—	யிட்டர்பியம் Yb = 173	—	டாண்டாலம் Ta = 183·0	டங்ஸ்டன் W = 184	—	ஆஸ்மியம் OS = 191	இரிடியம் Ir = 193	பிளாடினம் Pt = 194·9 (
1	—	ஸ்வர்ணம் Au = 197·2	இரஸம் Hg = 200·0	தாலியம் Tl = 204·1	ஸீஸம் Pb = 206·9	பிஸ்மதம் Bi = 208	—	—	—	—	—
2	—	—	ரேடியம் Ra = 224	—	தோரியம் Th = 232	—	யுரேனியம் U = 239	—	—	—	—

X என்பது ஆகாச அணுக்கள் (Ether particles) என்றும், Y என்பது சூரிய வெளி மண்டலத்திலுள்ள "கொரோனியம்" (Coronium) மெண்டலீப் கற்பனைசெய்து மேற்கண்டவாறு அமைத்தார்.

படம் 95

நான்காவது நெடுமாவர்த்தனங்கள் (Long periods) ஒவ்வொன்றிலும் பதினெட்டுத் தனிப்பொருள்களும் ஐந்தாவது நெடுமாவர்த்தனத்தில் முப்பத்திரண்டு தனிப்பொருள்களும் [அபூர்வ-உலோக-தனிப்பொருள்கள் (Rare earths) 15 உள்பட] 6-வது 7-வது நெடுமாவர்த்தனங்களில் மீதியுள்ள தனிப்பொருள்களும் அமைந்திருப்பதை அணி வகுப்பிற் காண்க. அங்கு சில காலியிடங்களில் சிறு கோடுகள் காணப்படுகின்றன அல்லவா ?

அவைகள் கண்டுபிடிக்கவேண்டிய தனிப்பொருள்களைக் காண்பிக்கின்றன. 1905-ம் வருஷம் மெண்ட்லீப் வெளியிட்ட ஆவர்த்தன ஸம்விபாக ஜாப்தாவைக் கவனி. இரண்டாவது நெடுமாவர்த்தனத்தில் ஆறுவது கணத்தில் மாலிப்டீனம் (Mo பரமாணுபாரம்=96) என்பதற்கு அடுத்தாற்போல் ஒரு காலி இடத்தை விட்டுவிட்டு, ருதினியம் (Ru=101·7) என்பது அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. நியாயப்படி ருதீனியம் மாங்கனஜத்தினடியில் அமைக்கப்படவேண்டும். ஆனால் ருதீனியத்தின் குணங்கள் மாங்கனஜத்தின் குணங்களைப்போலில்லாமல், இரும்பின் குணங்களை ஒட்டியிருப்பதால் அதை இரும்பின் அடியில் அமைத்தார் மெண்டலீப். ரஸாயன குணங்களில் ஒற்றுமையுள்ளவைகள் குறுக்குப் பத்திகளிலமைக்கப்படவேண்டுமென்பதே இப்பிரிவினையின் முக்கிய கருத்து என்று வெளிப்படுகிறது. கண்மூடித்தனமாய், தெரிந்த தனிப்பொருள்களை அவைகளின் ஆரோகண பரமாணு பாரங்களுக்கேற்றவாறே மெண்டலீப் அணி அணியாய் வகுக்கவில்லை. ஏதோ தம்மிஷ்டப்படி அவர் அப்படிச் செய்தாரென்று தோன்றலாம். மெண்டலீப் ஒரு பெரிய ஞானி. பின்வரப்போவதை முன்னறியக்கூடியவர். அவரை ரஸாயன ஜோஸியர், ரஸாயன தீர்க்கதரிசியென்றே சொல்லவேண்டும். இதைப்பற்றிப் பின்பு விவரித்துக் கூறுவோம். இப்பிரிவினையின் அமைப்பைச் சற்று விவரமாகக் கவனிப்போம். ஒவ்வொரு ஆவர்த்தனத்திலும்

தனிப்பொருள்களின் குணங்கள் படிப்படியாய் மாறுவதைப் பார். ஆவர்த்தனத்தின் முதலில் சூனிய ஸம்யோக சாமர்த்தியமுள்ள தனிப்பொருளிருக்கிறது. அடுத்து, அதி வீரியமுள்ள தனமின்சார குணமுடைய க்ஷார உலோகமிருக்கிறது. ஆவர்த்தனத்தின் கடைசியில் வீரியமுள்ள ருண மின்சார குணமுள்ள அலோக (உலோகமல்லாத) தனிப்பொருளிருக்கிறது. இடது பக்கத்திலிருந்து வலமாகச் செல்ல, உலோகத்தன்மை குறைந்துகொண்டும் அலோகத்தன்மை அதிகரித்துக்கொண்டும் வருகின்றன. முதலிரண்டு ஆவர்த்தனங்களிலுள்ள தனிப்பொருள்களை யெடுத்துக்கொள்வோம்.

He	Li	Be	B	C	N	O	F
4	7	9	11	12	14	16	19
Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
20	23	24	27	28	31	32	35·5

ஸௌரம்[1] (He) சூனிய சமூகத்தைச் சேர்ந்த ஒரு ரஸாயன வீரியமற்ற வாயுப் பொருள். அடுத்தது லிதியம். அது ஒரு வீரியமுள்ள க்ஷார உலோகம். பெரீலியம் என்பது ஓர் உலோகம். ஆனால், உலோகத்தன்மை சற்றுக் குறைய ஆரம்பித்துவிட்டது. பொறனம் ஓர் அலோகமே. கரி, பாக்கியஜனகம், பிராணவாயு, காசாதம் இவைகள் அலோகங்கள். அலோகத்தன்மை அதிகரித்துக்கொண்டே போகிறது. காசாதம் ஒரு வீரியமுள்ள உலோகமல்லாத தனிப்பொருள். அதற்கு அடுத்து வருவது நூதனம் (Neon). அது ரஸாயன வீரியமற்ற சூனிய சமூகத்தைச் சேர்ந்த பொருள். அது ஸௌரத்தினடியில் அமர்ந்திருப்பதைப் பார். வீரிய க்ஷார உலோகமாகிய ஸோடியம்

[1] வாயுமண்டலத்தில் காணப்படும் அபூர்வ வாயுக்களை ராம்சே (Ramsay) சூனிய கணத்தில் அமைத்தார். அவற்றின் ஸம்யோக சாமர்த்தியம் சூனியமாயிருப்பதையொத்தே அங்ஙனஞ் செய்தார்.

விதியத்தினடியில் அமர்ந்திருப்பதும் பொருத்தமாகவே இருக்கிறது. அதுபோலவே, மற்றத் தனிப் பொருள்களும் காணப்படுகின்றன. இவ்வரிசையில் ஒரு பொருளும் விடப்படவில்லை. ஆரோஹண பரமாணு பாரங்களுக்கேற்றவாறே தனிப்பொருள்கள் வரிசை செய்யப்பட்டிருக்கின்றன. ரஸாயன குணங்களுக்கேற்றவாறு அவைகள் வகுக்கப்பட்டால், அவைகளிலொவ்வொன்றும் எந்தெந்தவிடத்தில் வந்து அமருமோ அவ்விதத்திலேயே மேலே காட்டிய முறையிலும் வருவது மிகுந்த ஆச்சரியமாக இருக்கவில்லையா? இவ்விரண்டு குறுமாவர்த்தனங்களில் முதல் ஆவர்த்தனத்திலுள்ள பொருள்களுக்கு "அணை-தனிப்பொருள்கள்" (Bridge Elements) என்றும், இரண்டாவதில் இருப்பவைகளுக்கு "லக்ஷணத்தனிப்பொருள்கள்" (Typical Elements) என்றும் பெயர். லவணஜனகங்களில் காசாதம் "அணை-தனிப்பொருள்" ஹரிதகம் "லக்ஷணத்தனிப்பொருள்." ஹரிதகத்தையே அவ்வினத்தின் குணங்களைத் தாரதரித்துப் பார்க்கப் பிரமாணமாக எடுத்துக்கொண்டோம். அணை-தனிப்பொருளாகிய காசாதத்தின் சில குணங்கள், இன-குணங்களுக்கு மாறாக விசேஷித்து இருப்பதைக் கண்டோமல்லவா? ஆகையால் ஒரு கணத்தையெடுத்துக் குணாதிசயங்களை ஆராய்ச்சி செய்யுங்கால், லக்ஷணத் தனிப்பொருளையே ஆதாரமாக எடுத்துக்கொள்வோம். படிப்படியாய்க் குணமாறுதலேற்படுவதைக் கவனிப்போம். முதலில் தனிப்பொருள்களின் ஸம்யோக-சாமர்த்தியத்தைக் கவனிப்போம்.

அப்ஜனக (அல்லது)	He	Li	Be	B	C	N	O	F
ஹரிதக ஸம்யோக-	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
சாமர்த்தியம்	0	1	2	3	4	3(5)	2(6)	1

முதல் ஆவர்த்தனத்தை எடுத்துக்கொள்வோம். ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் சூனியத்திலிருந்து படிப்படியாய்

நான்குவரையில் சென்று பிறகு படிப்படியாய் இறங்கிக் கொண்டேவந்து இரண்டாவது ஆவர்த்தனத்தின் முதல் தனிப்பொருளில் சூனியமாகிறது; பிறகு திரும்பவும் முன்போல் ஏறிக் குறைகிறது.

பிராணவாயு	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
ஸம்யோக-	0	1	2	3	4	5	6	7
சாமர்த்தியம்	—	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	SO_3	Cl_2O_7

பிராணவாயுவுடன் சேரும்பொழுது அதன் உயர்ந்த ஸம்யோக-சாமர்த்தியத்தையே எடுத்துக்கொண்டு பார்க்க, சூனியத்திலிருந்து ஏழுவரையில் படிப்படியாக ஏறுகிறது. மறுபடியும் அடுத்த ஆவர்த்தனத்திலும் அதே விதம் காணப்படுகிறது. இன்னும் திண்மைகளை எடுத்துக் கொள்வோம்.

Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
—	0·97	1·75	2·67	2·5	2·12	2·06	1·33 (திரவம்)

திண்மையும் வரவர ஏறிப் பின்பு, படிப்படியாய்க் குறைந்துகொண்டே வருகிறது. இதேமாதிரி மற்ற குணங்களையும் எடுத்துப்பார்க்க, அவை படிப்படியாய் வித்தியாசப்படுவதைப் பார்க்கலாம்.

முதலிரண்டு ஆவர்த்தனங்கள் முடிந்தவுடன் மூன்றுவது ஆவர்த்தனத்தில் 18 தனிப்பொருள்களிருக்கின்றன. சூனிய சமூகத்தில் நூதனத்தினடியில் அலஸம் (Argon) பொருத்தமாகவே அமைகிறது. அடுத்த கணங்களொவ்வொன்றிலும் ஒன்றிற்குப் பதிலாக இரண்டு தனிப்பொருள்கள் ஒரு கட்டத்திலமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஆகையால், மூன்றுவது ஆவர்த்தனத்திலிருந்து கணத்தை (1) "க" உபகணம் (2) "ங" உபகணம் என இரு வகையாகப் பிரிக்கிறோம். இவைகளில் ஒரு பிரிவு லக்ஷணத்தனிப்பொருள் குறிக்கும் இனத்தைச் சேர்ந்தவையாக இருக்கும். முதலாவது கணத்தில் "க" உபகணத்திலுள்ள

பொட்டாஸியம், ருபீடியம், ஸீஸியம் என்ற இம்மூன்றும் ஸோடிய இனத்தைச் சேர்ந்தவை. இவையெல்லாம் அதி வீரியமுள்ள க்ஷார-உலோகங்கள். அதேவிதமாக ஏழாவது கணத்தில் "ந" உபகணத்திலுள்ள இரக்தகம் பாடலகம் என்ற இவை ஹரிதக இனத்தைச் சேர்ந்தவை. ஒவ்வொரு கணத்திலும், உபகணங்களிலுள்ள தனிப்பொருள்கள் வித்தியாச குணமுள்ளவைகளாக இருக்கின்றன. (உ-ம்.) முதலாவது கணத்தில் "க" உபகணத்தைச் சேர்ந்த லிதியம், ஸோடியம், பொட்டாஸியம், ருபீடியம், ஸீஸியம் என்னும் இவை, "ந" உபகணத்தைச் சேர்ந்த தாமிரம், இரஜதம், ஸ்வர்ணம் என்னும் இவற்றைப்போன்ற குணம் பொருந்தியவையல்ல. அதேவிதமாக ஹரிதக-இனங்கள் "ந" உபகணத்திலுள்ளவை. "க" உபகணத்திலுள்ள மாங்கனஜம் ஓர் உலோகம். இதற்கு ஒருவிதமாய்ச் சமாதானஞ் சொல்லலாம். "க" உபகணத்தைச் சேர்ந்த க்ஷார உலோகங்களைப்போல் "ந" உபகணத்திலுள்ள தாமிரம், இரஜதம், ஸ்வர்ணம் என்பவை ஏக-ஸம்யோக-சக்தியைக் காட்டுகின்றன. ஏழாவது கணத்திற்குரிய, ஹரிதக-ஸப்த-பிராணையும் (Cl_2O_7) மாங்கனஜ-ஸப்த பிராணையும் (Mn_2O_7) ஒத்த குணமுடையன. ஹரிதகமும் மாங்கனஜமும் ஸப்த-ஸம்யோக சக்தியைக் காட்டுகின்றன. இரண்டு ஸப்த-பிராணைகளும் நிர்ஜலாமிலங்கள். அவை ஒரே அமைப்புள்ள அமிலங்களையும், ஒரே வடிவமுள்ள அமிலஜங்களையுங் கொடுக்கின்றன. முதலிரண்டு ஆவர்த்தனங்களின் அமைப்புகளுக்கு மாறாக, மூன்றாவது ஆவர்த்தனத்தில், ஏழாவது கணத்திற்குப்பிறகு, எட்டாவது கணம் ஒன்று தோன்றுகிறது. ஒரே இடத்தில் மூன்று தனிப்பொருள்கள் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இம்மூன்றும் உலோகங்கள். இவைகளுக்குப் "பெயர்ச்சித் தனிப்பொருள்கள்" (Transition Elements) என்று பெயர். (உ-ம்) இரும்பு, கோபதம், நிக்கலம் இம்மூன்றும் படிப்படியாய் வித்தியா

சத்தைக் காட்டுகின்றன. இரும்பு, தன்னிரு பக்கங்களிலு முள்ள, மாங்கனஜத்தையும் கோபதத்தையும் ஒத்திருக்கிறது. அதேவிதமாகக் கோபதம், இரும்பையும், நிக்கலத்தையும், நிக்கலம் கோபதத்தையும் தாமிரத்தையும் ஒத்திருக்கின்றன. 8-வது கணத்திலுள்ள தனிப்பொருள்களுக்குப் பிராணவாயு சம்பந்தமாய் ஸம்யோக சாமர்த்தியம் 8 ஆக இருக்கவேண்டுமல்லவா? அநேகமாய் அக்கணத்திலுள்ள தனிப்பொருள்கள் ஸம்யோக சாமர்த்தியத்தை மேற்குறிப்பிட்ட அளவில் காட்டாவிட்டாலும், ஆஸ்மியமும், ருதீனியமும் OsO_4, RuO_4 என்ற பிராணிகளைக் கொடுக்கின்றன. இங்கு ஸம்யோக சக்தி 8. இவ்விதச் சமாதானத்தைச் சொல்லி 8-வது கண அமைப்புச் சரியாயிருக்கிறதென்று ஒருவாறு கூறலாம்.

அப்பொருள்களின் பௌதிக குணங்களில் மாத்திரம் அல்லாமல் ரஸாயன குணங்களிலும் படிப்படியான பேதங்களைக் கவனிக்கலாம். முதல் ஆவர்த்தனத்திலுள்ளவைகளில் இடதுகோடியிலிருப்பது லிதியம். அது ஒரு திறமான உலோகத்தன்மை அல்லது க்ஷாரத்தன்மை பொருந்தியது. வலதுகோடியிலிருப்பது காசாதம். அது ஒரு திறமான அலோகத்தன்மை அல்லது அமிலத்தன்மை பொருந்தியது. தண்ணீரில் லிதியம் சம்பந்தப்பட, அப்ஜனகம் வெளிவருகிறது; அதாவது லிதியம் பிராணவாயுவுடன் ஸம்யோகிக்க ஆவல்கொண்டது. இதற்கு நேர் விரோதமாகக் காசாதம் தண்ணீருடன் சம்பந்தப்பட்டவுடனே, அப்ஜனகத்தினிடமிருக்கும் ஆவலால் அத்துடன் சேர்ந்து பிராணவாயுவை வெளியேற்றுகிறது. லிதியத்திலிருந்து காசாதம் வரையிலுள்ள தனிப் பொருள்களின் குணங்களில் படிப்படியான பேதத்தைக் காணலாம்.

லக்ஷணத்தனிப் பொருள்களை யெடுத்துக்கொள்வோம். நூதனம் ரஸாயன விகாரத்திலீடுபடாதது. ஸோடியம் அதி வீரியமுள்ளது. தண்ணீருடன் சம்பந்

தப்பட, சாதாரண உஷ்ண நிலையிலேயே அது அப்ஜன கத்தை விலக்கும். அடுத்த கணத்திலுள்ள மாக்னீஸியத் தின் வீரியம் சற்றுக் குறைந்ததே. நீராவியினின்று அப் ஜனகத்தை அது விலக்கவல்லது. அலுமீனியம் வீரியத் தில் இன்னுங் குறைந்தது. இம்மூன்றும் உலோகங்கள். அடுத்த கணத்தில் வரும் சிலகம் ஒரு உலோகமல்லாத தனிப்பொருள். அலோகத்தன்மை மற்ற கணங்களில் அதிகரித்துக்கொண்டே போகிறது. ஆகையால் நடுக் கணத்திலுள்ள பொருள்கள் க்ஷாரத்தன்மை பொருந்தியன வாயும் அமிலத்தன்மை பொருந்தியனவாயுமிருக்கின்றன. அலுமீனிய-பிராணை க்ஷார விலயனத்திலும் அமிலத்திலுங் கரையும். வங்கமும் அலுமீனியம்போல் இவ்விரண்டு தன் மைகளையுங் காட்டுகிறது. மூன்றாவது ஆவர்த்தனத்தி லுள்ள உலோகங்களில் முதலிலிருப்பது பொட்டாஸியம். கடைசியிலிருப்பது இரும்பு. உலோகத்தன்மை வரவரக் குறைந்துகொண்டேவந்து, இரும்புவந்ததும் தொடங்கு வதைக் கவனி.

ஆவர்த்தனங்களில் மாத்திரமல்லாமல், ஒவ்வொரு கணத்திலும், ஆரோஹண பரமாணுபாரங்களுக்கேற்ற வாறே, தனிப்பொருள்களின் தன்மைகளும் படிப்படியாய் மாறுகின்றன. முதலாவது கணத்தில் "க" உபகணத்தி லுள்ள தனிப்பொருள்களைக் கவனிப்போம். லிதியம், ஸோடியம், பொட்டாஸியம், ருபீடியம், ஸீஸியம் என்ற இவ்வைந்தும் வெள்ளிபோன்ற ஒளியுள்ளவை. கத்தியால் அவைகளை வெட்டிவிடலாம். அவை காற்றிற்பட உடனே மங்கும்; தண்ணீரிலிருந்து சாதாரண உஷ்ணநிலையிலேயே அப்ஜனகத்தை விலக்கும். லிதியம் தண்ணீரிலிருந்து அப் ஜனகத்தை விலக்கும்பொழுது தண்ணீர் கொதிநிலையிலுள் ளதாயிருந்தாலும், அப்ஜனகம் பற்றியெரியாது. ஸோடி யம் தண்ணீரில் ஒரே இடத்திலிருக்கும்படி செய்யப்பட் டால், வெளிவரும் அப்ஜனகம் பற்றியெரியும். பொட்டா ஸியத்தைத் தண்ணீரில் போட்டவுடனேயே வெளிவரும்

அப்ஜனகம் பற்றியெரியும். இன்னுஞ் சுலபமாகவும், அதிக வீரியத்துடனும், மற்ற இரண்டு பொருள்களும் தண்ணீருடன் விகாரிக்கும். அவை தண்ணீருடன் விகாரிக்கத் தேவையான குறைந்த உஷ்ண நிலைகள் அடியிற் காட்டப் பட்டிருக்கின்றன. அவற்றிலிருந்து அதசன் வீரியத்தைக் கண்டுகொள்ளலாம்.

Na	K	Rb	Cs
$-98°$	$-103°$	$-108°$	$-116°$

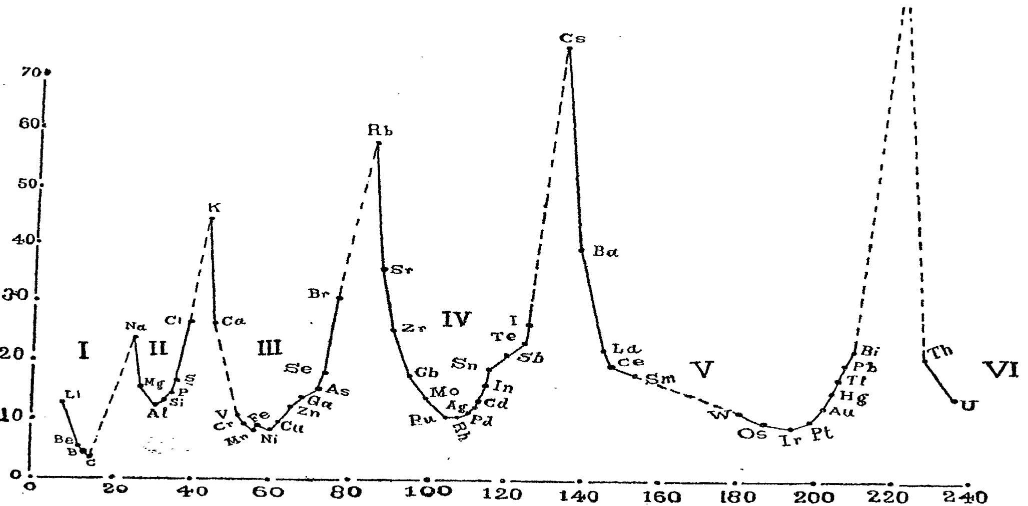
இவ்வைந்தும் ஏக-ஸம்யோக-சக்தி பொருந்தியவை; பிராணவாயுவினிடத்தில் உறவையுடையவை; அவ்வாயு அதிகமாயிருப்பின், சாதாரண உஷ்ண நிலையில் சம்பந்தப் படப் பற்றி எரியும். அவைகளில் ரஸாயன வீரியம் வரவர உயர்ந்துகொண்டே வருகிறது. லவணஜனகங்களின் குணதிசயங்களைக் கவனித்தபொழுதும் இப்படிப் படிப் படியான குணபேதங்களைக் கண்டறிந்தோம்.

தனிப் பொருள்களின் பரமாணுபாரங்களையும், பரமாணுபருமன்களையும் (atomic volumes)[1] கவனிப்போமானால் அவை படிப்படியான ஆவர்த்தன மாறுபாடுகளுள்ளவையாகத் தோன்றுகின்றன. முதன்முதலில் (1869) இதைக் கவனித்து வெளியிட்டவர் ஜெர்மனிதேசத்து லோதர் மேயர் (Lothar Meyer) என்பவர். இவருக்கு, ந்யூலண்ட்ஸ், மெண்டலீப் முதலியவர்கள் இது சம்பந்தமாய் வெளியிட்ட விஷயங்களுள் ஒன்றுந் தெரியாதென்றே தெரியவருகிறது. 96-வது படத்தில்[2] படுக்கைக் கோடு பரமாணு பாரங்களையும், செங்குத்தான நேர்க் கோடு பரமாணு பருமன்களையும் காட்டுகின்றன. பரமாணு பாரத்திற்கேற்ற பரமாணு பருமனை, ஒவ்வொரு தனிப்

---

[1] $\text{பரமாணு பருமன்} = \frac{\text{பரமாணுபாரம்}}{\text{தாரதரத்திண்மை}}$.

[2] லோதர் மேயர் படத்தைத் தழுவியது. இங்கு சில தனிப்பொருள்கள் காட்டப்படவில்லை.



லோதர் மேயர்-கோடுகள்

படம் 96

பொருளுக்கும் படத்தில் புள்ளியால் குறித்து, அப்புள்ளிகளையெல்லாம் ஒன்றுசேர்த்துப் பார்க்க, படத்தில் காட்டியபடி மேலும் கீழும் போய்க்கொண்டிருக்குங் கோட்டைக் காண்கிறோம். கோணங் கொடுக்கும் புஜங்களின் உச்சிகளிலமைந்திருக்கும் தனிப்பொருள்கள் லிதியம், ஸோடியம், பொட்டாஸியம், ருபீடியம், ஸீஸியம் என்ற இவ்வைந்துமே. இவை ஒரு குணம் பொருந்தியவை; அதிக ரஸாயன வீரியம் பொருந்தியவை; அலை-கோடுகளின் உச்சியில் அமர்ந்திருக்கின்றன. அலை-கோடுகளின் கீழ்ப்பாகங்களில், ரஸாயன வீரியங் குறைந்தவையும் மந்தமானவையும் அதிக உருகு நிலையுள்ளவையுமான தனிப்பொருள்கள் அமர்ந்திருக்கின்றன. அவை நான்காவது எட்டாவது கணங்களிலுள்ள தனிப்பொருள்கள். கோணங்களின் ஏறு-புஜங்களில் ருணமின்சார குணம் பொருந்திய தனிப் பொருள்கள் காணப்படுகின்றன.

ஆகையால் அநேகமாய் அவைகள் அலோகங்களே; அவைகளின் உருகுநிலைகள் குறைவாயிருக்கும்; அவை திரவ ஸ்திதியிலும் வாயு ஸ்திதியிலுமிருக்கும். இறங்கு புஜங்களிலிருப்பவை, ஏறு புஜங்களிலுள்ளவைகளுக்கு மாறானவை; தனமின்சாரகுணம் பொருந்தியவை; அவை அதிக உஷ்ண நிலையில்தான் உருகும். அலைகளின் அடிப்பாகத்திற்குச் சமீபத்திலுள்ள ஏறியும் இறங்கியும் வரும் புஜங்களிலுள்ள தனிப்பொருள்கள் எளிதில் உடைபக்கூடியவை. இவ்விரண்டிற்கும் மத்தியிலுள்ள இடத்தில் நன்றாய்த் தகடாக்கப்படத்தக்க உலோகங்களிருக்கின்றன. ஆகையால் இப்படமானது ரஸாயனப் பொருள்களின் தகடாகுந் தன்மை, உருகி ஆவியாகுந்தன்மை, ரஸாயன வீரியம் முதலியவை பரமாணு-பருமனை ஒட்டியிருக்கின்றன என்று விளக்கிக் காட்டுகிறது. அதிக பரமாணு-பருமனுடையவை அதிவீரியம் பொருந்தியவையாயும், குறைந்த பரமாணு-பருமனுடையவை மந்தமாயுமிருப்பதைக் கவனிக்க. ஓரினத்தைச் சேர்ந்த தனிப்

பொருள்கள் கோண ரேகைகளில் ஒப்பான இடங்களி லேயே அமைந்திருக்கும்.

மெண்டலீப் தனிப்பொருள்களின் அணி-வகுப்பு ஜாப்தாவைத் தயார்செய்த சமயத்தில், அநேக காலி இடங் களைவிட நேரிட்டது. இக்காலி இடங்களிலமரக்கூடிய தனிப்பொருள்கள் பின்னால் கண்டுபிடிக்கப்படுமென்று மெண்டலீப் உரைத்தார். கண்டுபிடிக்கப்படுந் தனிப் பொருள்களின் குணங்கள் எவ்விதம் இருக்கும் என்றும் கூறினார். (சில உதாரணங்களை எடுத்துக்கொள்வோம்.) மூன்றாவது கணத்தில் அலுமீனியத்திற்கு அடியில் ஒரு காலி இடம் இருந்தது. அவ்விடத்திலமரக்கூடிய ஒரு தனிப்பொருள் பின்பு கண்டுபிடிக்கப்படும் என்றுசொல்லி, அதற்கு ஏக-அலுமீனியம் என்று பெயரிட்டு அதன் குணங்களெவ்விதமிருக்குமென்றும், அதேவிதமாக நான் காவது கணத்தில் ஏக-சிலகமும், மூன்றாவது கணத்தில் ஏக-பொறனமும் கண்டுபிடிக்கப்படுமென்றும் அவை களின் குணங்களெவ்விதமாக இருக்குமென்றும் ஊகித்துச் சொன்னார் (1871). ஒரு தனிப்பொருளின் குணங்களை அதைச் சுற்றியிருக்கும் நான்கு தனிப் பொருள்களுடைய குணங்களிலிருந்து நிதானித்துவிட லாம். 1875-ம் வருஷம் மெண்டலீபின் ஏக-அலுமீனிய குணங்களையுடைய ஒரு தனிப்பொருள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டுக் காலியம் (Gallium) என்று பெயரிடப்பட்டது. 1879-ம் வருஷம் ஏக-பொறனமாகிய ஸ்காண்டியமும் (Scandium) 1886-ம் வருஷம் ஏக-சிலகமாகிய ஜெர்மேனிய மும் (Germanium) கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. அவைகளின் குணங்களைச் சோதித்துப்பார்க்க, மெண்டலீப் முன்னா லேயே சங்கற்பித்த குணங்களுக்கு ஒத்தவாறே இருந்தன. இதை நன்றாய்க் காணும்பொருட்டு கீழே குறித்துள்ள ஜாப்தாவிலிருக்குங் குணங்களைப் பார்க்க.

1871-ம் வருஷம் மெண்டலீப் ஏக-சிலகத்தைப்பற்றி யூகித்துக் கூறிய குணங்கள்.	1886-ம் வருஷம் விங்க்ளர் (Winkler) கண்டுபிடித்த ஜெர்மேனியத்தின் குணங்கள்: சோதனைகளில் காணப்பட்டவை.
பரமாணுபாரம் 72	பரமாணுபாரம் 72·3
திண்மை 5·5	திண்மை 5·47
பரமாணு-பருமன் 13	பரமாணு-பருமன் 13·2
தனிப்பொருள் அழுக்குப் பச்சை நிறமுள்ளதாகவும், பஸ்மீகரிக்கப்பட்டபின் வெள்ளை நிறமுள்ள EsO_2 என்ற பிராணையைக் கொடுப்பதாகவுமிருக்கும்.	வெளுத்த சாம்பல் நிறமுடையது. GeO_2 என்ற பிராணையின் நிறம் வெளுப்பு.
வெகு சிரமத்துடன் நீராவியை விபாகிக்கலாம்.	நீராவியை விபாகிக்கிறதில்லை.
அமிலங்களுடன் சிறிதளவிலேயே விகாரிக்கும். க்ஷாரங்களுடன் விகாரிக்குந் தன்மை காணப்படாது.	அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் ஒரு விகாரமுமேற்படுகிறதில்லை. "இராஜ நீரால்" தாக்கப்படுகிறது. க்ஷார விலயனத்துடன் விகாரிக்கிறதில்லை. ஆனால் உருகிய பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணையால் பிராணீகரிக்கப்படுகிறது.
பிராணையையாவது EsO_2 பொட்டாஸிய-ஏகசிலக-காசாதையையாவது EsK_2F_6 ஸோடியத்துடன் சேர்த்துச் சூடுசெய்ய, தனிப் பொருளுண்டாகும்.	ஜெர்மேனிய-பிராணையைக் கரியைக்கொண்டும், ஜெர்மேனிய-பொட்டாஸிய-காசாதையை ஸோடியத்தைக் கொண்டும் ஜெர்மேனியம் தயாரிக்கப்படுகிறது.

(EsO_2) பிராணை உருகாது. அதன் திண்மை 4·7. டைடேனிய-துவி-பிராணை (TiO_2) வங்கக-துவி-பிராணை (SnO_2) இவைகளைவிட இதன் க்ஷார குணம் குறைந்திருக்கும்.

ஏக-சிலக-சதுர்-ஹரிதகை $EsCl_4$ உண்டாகும். அது திரவமாயிருக்கும். கொதிநிலை 100°ச-க்குக் குறைவாயிருக்கும். 0°ச-ல் திண்மை 1·9 ஆக இருக்கும்.

ஏக-சிலக-சதுர்-காசாதை வாயு ஸ்திதியிலிருக்காது.

$Es(C_2H_5)_4$ என்பது 160°ச-ல் கொதிக்கும்; 0·96 திண்மையுள்ளதாயிருக்கும்.

(GeO_2) ஜெர்மேனிய-பிராணை உருகுகிறதில்லை. திண்மை = 4·703. இதன் க்ஷாரகுணம் மிகக் குறைந்தது.

ஜெர்மேனிய-சதுர்-ஹரிதகை $GeCl_4$ ஒரு திரவம். அதன் கொதிநிலை 86°ச. 18°ச-ல் திண்மை 1·887.

ஜெர்மேனிய-சதுர்-காசாதை ($GeF_4 3H_2O$) வெண்மையான ஒரு நீர்ப் பொருள்.

$Ge(C_2H_5)_4$ என்பது ஒரு திரவம். அதன் கொதிநிலை 160°ச. தண்ணீரைவிட அற்ப அளவில் இலேசானது.

1898-ம் வருஷம் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ரேடியம், க்ஷார-மண்-உலோகங்களமைந்த இரண்டாவது கணத்தின் ‘க’ உபகணத்தில் பொருத்தமான ஒரு காலி இடத்தில் அமர்ந்தது. இன்னும் அது தன்னினங்களாகிய தோரியமும் யுரேனியமுமிருக்கும் ஆவர்த்தனத்திலேயே அமருகிறது. மெண்டலீப் வெளியிட்ட தனிப்பொருள் அணிவகுப்பில் அநேக காலி இடங்களிருந்தனவென்று முன்பே குறித்தோமல்லவா? இப்பொழுது அவைகளில் அநேகம், புதிதாய்க் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட தனிப்பொருள்களால் அடைபட்டுவிட்டன. இன்னுஞ் சில காலி இடங்களே மிஞ்சி நிற்கின்றன. அவைகளும் கூடிய சீக்கிரத்தில் அடைபட்டுவிடுமென்று தோன்றுகிறது. மெண்டலீபின் சாமர்த்தியமே சாமர்த்தியம். அவர் ஒரு பெரிய ரஸாயன ரிஷி யென்றே சொல்லவேண்டும். அவரது பெயர் ரஸாயன உலகில் என்றும் ஒரு பெரிய ஜோதிபோல் விளங்கிநிற்கும்.

1889-ம் ஆண்டில் லண்டன்மாநகரிலுள்ள ரஸாயன சங்கத்தின் ஆதரவில் மெண்டலீப் பாரடே-பிரசங்கத்தைச் செய்தபொழுது ஆவர்த்தன-ஸம்விபாகத்தைப்பற்றி எடுத்துரைத்த சொற்பொழிவின் சுருக்கம் :—

(1) ஆரோஹண பரமாணுபார-விதிப்படி, தனிப்பொருள்கள் வரிசைவரிசையாய் அமைக்கப்பட அவை குண ஆவர்த்தத்தைக் காட்டுகின்றன.

(2) ஒரேரஸாயன குணங்களையுடைய தனிப்பொருள்களின் பரமாணுபாரங்கள் அநேகமாய்ச் சமமான அளவிலிருப்பதையோ (உ-ம் Fe, Co, Ni; Pt, Ir, Os;) அல்லது ஒழுங்கானபடி அதிகப்படுவதையோ (உ-ம்) (K, Rb, Cs; Cl, Br, I.) நாம் பார்க்கிறோம்.

(3) அவ்விதம் வரிசை செய்யப்பட்ட தனிப்பொருள்களின் ஸம்யோக சாமர்த்தியங்கள் ஒழுங்காக மாறுகின்றன.

(4) அதிக அளவில் தோன்றும் தனிப்பொருள்களின் பரமாணுபாரங்கள் குறைவாகவே இருக்கின்றன.

(5) பரமாணுபாரங்களின் பரிமாணமே குணங்களின் பரிமாணத்தைக் குறிக்கிறது.

(6) இன்னும் அநேக தனிப்பொருள்கள் கண்டுபிடிக்கப்படவேண்டியிருக்கின்றன. அவைகளொவ்வொன்றின் குணங்களையும் அதனைச் சுற்றியிருக்குந் தனிப்பொருள்களின் குணங்களிலிருந்து அனுமானிக்கலாம்.

(7) அவையவைகளுக்குப் பக்கத்திலுள்ள தனிப்பொருள்களைப்பற்றித் தெரிந்த விஷயங்களிலிருந்து, சில தனிப்பொருள்களின் பரமாணுபாரங்களைச் சீர்திருத்துவதற்கு அணிவகுப்பு சாதகமாயிருக்கிறது.

(8) எத்தனிப்பொருளின் விசேஷ குணங்களையும் அதன் பரமாணுபாரத்திலிருந்து அனுமானித்து முன்னறிவிக்கலாம்.

அணிவகுப்பின் உபயோகங்கள்

(1) ஓர் இனத்தைச் சேர்ந்த தனிப்பொருள்களின் குணங்களைத் தெரிந்துகொள்ளுவதற்கும், மொத்தமாகத்

தனிப்பொருள்களின் பௌதிக ரஸாயன குணங்களை அறிவதற்கும் இவ்வகுப்புச் சாதகமாயிருக்கிறது. ஒரு தனிப்பொருளைச் சுற்றியிருக்கும் நான்கு தனிப்பொருள்களின் குணங்களிலிருந்து அத்தனிப்பொருளின் குணங்களை யூகித்தறியலாம். மேலும், தனிப்பொருள்களைப்பற்றியும் அவைகளின் சேர்க்கைப் பொருள்களைப்பற்றியுங் கற்கும்பொழுது, அவைகளைக் கணவாரியாக எடுத்துக் கற்றுக் கொள்வதே நலம். இம்முறையையே நாம் அனுசரிப்போம். முதலில் அலோகத் தனிப்பொருள்களையும் பின்பு உலோகங்களையும் இம்முறையிலேயே நாம் எடுத்துப் பரிசீலனை செய்துகொண்டுபோவோம். (2) இவ்வணிவகுப்பின் பயனுகவே இதுவரையில் கண்டுபிடிக்கப்படாத தனிப்பொருள்கள் எவையென்றும் அவைகளின் குணங்கள் எப்படியிருக்குமென்றும் யூகித்தறிகிறோம். இவ்விஷயத்தைப் பற்றியும் முன்பே குறித்துள்ளோம்—உலகில் 92 தனிப்பொருள்கள் இருக்கவேண்டுமென்று தெரியவருகிறது. 92-ல் 90 நிச்சயமாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. பாக்கி இரண்டு தனிப்பொருள்களும் சமீபத்தில் அபூர்வமான சோதனைகளால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அவற்றுள் ஒன்று முதல்கணத்தில் ஸீஸியத்தினடியிலமரவேண்டும். அதை ஏக-ஸீஸியம் என்று சொல்லலாம். அதற்கு வர்ஜினியம்' (Virginium) என்று பெயரிட்டிருக்கிறார்கள். மற்றொன்று ஏழாவது கணத்தில் பாடலகத்தினடியில் அமரவேண்டும். அதை 'ஏக-பாடலகம்' என்று கூறலாம். அதற்கு அலாபிமீனம் (Alabimine) என்று பெயர். இவ்விரண்டு தனிப்பொருள்களும் இரண்டுகோடிகளிலிருப்பது ஆச்சரியமே. ஆவர்த்தன ஸம்-விபாக படத்திலுள்ள காலிக் கட்டங்களே ரஸாயன சாஸ்திரிகளைத் தூண்டி, அநேக புதுத் தனிப்பொருள்களைப் பிரித்தெடுத்து அவைகளின் குணுதிசயங்களை ஆராய்ச்சிசெய்து வெளியிடும்படி செய்தன.

தனப்பொருளணவகுப்பு (மெண்டெலீப் முறையை ஒட்டியது)

(ஆவர்த்தனங்களிற் காணப்படும் ஸம்யோக சாமர்த்தியத்தின் ஆவர்த்தம் முதல் வரிசையில் குறிக்கப்பட்டிருக்கிறது. E = தனிப்பொருள்)

	O E	I ECl I E_2O	II ECl_2 II EO	III ECl_3 III E_2O_3	IV EH_4 IV EO_2	III EH_3 V E_2O_5	II EH_2 VI EO_3	I EH VII E_2O_7	VIII EO_4
முதல் (குறு) ஆவர்த்தனம்	He, 4·00	Li, 6·94	Be, 9·02	B, 10·82	C, 12·00	N, 14·01	O, 16·00	F, 19·00	
இரண்டாம் (குறு) ஆவர்த்தனம்	Ne, 20·2	Na, 23·0	Mg, 24·32	Al, 26·97	Si, 28·06	P, 31·02	S. 32·06	Cl, 35·46	
மூன்றாம் (நெடு) ஆவர்த்தனம்	A, 39·94	K, 39·09 Cu, 63·57	Ca, 40·08 Zn, 65·38	Sc, 45·10 Ga, 69·72	Ti, 47·09 Ge, 72·60	V, 50·95 As, 74·91	Cr, 52·01 Se, 78·96	Mn, 54·93 Br, 79·92	Fe, 55·84 Co, 58·94 Ni, 58·69
நான்காம் (நெடு) ஆவர்த்தனம்	Kr, 83·7	Rb, 85·44 Ag, 107·88	Sr, 87·63 Cd, 112·4	Y, 88·92 In, 114·76	Zr, 91·22 Sn, 118·7	Cb, 93·1 Sb, 121·76	Mo, 96·0 Te, 127·61	Ma, I, 126·92	Ru, 101·7 Rh. 102·9 Pd, 106·7
ஐந்தாம் (நெடு) ஆவர்த்தனம்	Xe, 131·3	Cs. 132·91 Au, 197·2	Ba, 137·36 Hg, 200·6	La, 138·92 Tl, 204·31	Hf, 178·6 Pb, 207·22	Ta, 181·4 Bi, 209·0	W, 184·0 Po, 210	Re, 186·31 Am, ?	Os, 191·5 Ir, 193·1 Pt, 195·2
ஆறாம் (அபூரண) ஆவர்த்தனம்	Rn, 222·0	Eka. Cs Vg, ?	Ra, 225·97	Ac, ?	Th, 232·12	U–X ? II,	U, 238·14	Bo, ?	

படம் 97

(3) இப்பிரிவினையின் மூலமாக, தவறாய்க் கொடுக்கப்பட்ட பரமாணுபாரங்கள் சீர்திருத்தப்பட்டன. இப்பொழுது மூன்றாவது கணத்தில் தோன்றும் இண்டியம் என்ற தனிப்பொருளின் சமான எடை 38 என்று சோதனையின்பயனாக அறிந்து, அதன் பரமாணுபாரம் $2 \times 38 = 76$ ஆக இருக்கவேணுமென்று நினைத்தார்கள். அதன் பரமாணுபாரம் 76 ஆக இருக்குமேயாகில், ஆவர்த்தன ஸம்விபாகத்தில் அதற்கு ஒரு சரியான இடம் இல்லை. ஆனதுபற்றியே, மெண்டலீப் அதன் ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் மூன்றாகத்தானிருக்கவேண்டுமென்றும் ஆகையால் அதன் பரமாணுபாரம் $38 \times 3 = 114$ ஆகத் தானிருக்கவேண்டுமென்றும் வெகு சாமர்த்தியமாக அனுமானித்தார். 114 பரமாணுபாரமுள்ள-தனிப் பொருளுக்கு அவரது அணிவகுப்பில் ஒரு காலியிடம் நான்காவது ஆவர்த்தனத்திலும் மூன்றாவது கணத்திலும் (காட்மியத்திற்கும் வங்கத்திற்கும் நடுவில்) இருந்தது. மெண்டலீப் இண்டியத்தின் இடம் அதுதானென்று தீர்மானித்து அங்கு அதை அமைத்தார். அதன் குணங்கள், மேற்படி இட அமைப்புச் சரியென்றே விளக்குகின்றன. இன்னும் பெரீலிய-பரமாணுபார நிர்ணய விவகாரம் மிகவும் விநோதமானது. பெரீலியத்தின் சமான எடை 4·5 என்று சோதனை முறைகள் வெளிப்படுத்தின. அது துவி-ஸம்யோக சக்தி பொருந்தியதாயிருந்தால், அதன் பரமாணுபாரம் 9 ஆகவும், அதன் ஹரிதகையின் சங்கேதம் $BeCl_2$ ஆகவுமிருக்கவேண்டும். அது த்ரி-ஸம்யோக-சக்தி பொருந்தியதாய் இருந்தால் அதன் பரமாணுபாரம் 13·5 ஆகவும், ஹரிதகையின் சங்கேதம் $BeCl_3$ ஆகவுமிருக்கவேண்டும். 13·5 பரமாணுபாரமுள்ள தனிப்பொருளுக்கு அணிவகுப்பு ஜாப்தாவில் இடமில்லை யென்றும் ஆனால் துவி ஸம்யோக சக்தியுள்ளதாகவும் பரமாணுபாரம் 9 ஆகவும் இருக்குந் தனிப்பொருளுக்கு லிதியத்துக்கும் (ப. பா = 7) பொறனத்துக்கும் (ப. பா = 10) மத்தியில் சரியான இட

மிருக்கிறதென்றும் ஆனதுபற்றியே பெரீலியத்தின் பரமாணுபாரம் 9 ஆகத்தானிருக்கவேண்டுமென்றும் மெண்டலீப் வாதாடினர். "பெரீலியம் த்ரி-ஸம்யோக-சக்தி பொருந்தியது" என்ற கக்ஷியைச் சேர்ந்த நில்ஸன் (Nilson) பெட்டர்ஸன் (Petterson) முதலியோர்களுக்கும் மெண்டலீபுக்கும் 10 வருஷகாலம் தர்க்கம் நடந்து கொண்டிருந்தது. ஆனால் கடைசியில் எதிர்க்கக்ஷியைச் சேர்ந்த நில்ஸன், பெட்டர்ஸன் என்ற இவ்விரண்டு விஞ்ஞானிகளும் மெண்டலீபின் விவகாரமே சரியென்று ஒப்புக் கொண்டார்கள். அவர்களுடைய சோதனையில் பெரீலிய-ஹரிதகையின் ஆவி-திண்மை 41 என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஆகையால் பெரீலிய-ஹரிதகையின் அணுபாரம் 82 ஆகத்தானிருக்கவேண்டும். இதிலிருந்த ஹரிதகையின் சங்கேதம் $BeCl_2$ என்று வெளிப்படுகிறது. இதுவும் மெண்டலீபின் புதியதொரு வெற்றியாம்.

அதேவிதமாக, யுரேனியம், ஸ்வர்ணம் முதலியவைகளின் பரமாணுபாரங்கள் சீர்திருத்தப்பட்டன. சந்தேகமுள்ள இடங்களில் ஒரு தனிப்பொருளின் ஸம்யோக சாமர்த்தியத்தையும் அதன் பரமாணுபாரத்தையும் நிச்சயிக்க அணிவகுப்பு மிகவும் சாதகமாயிருக்கிறது.

தோஷங்கள் :— ஆனால் இவ்வுலகில் எதிலும் பரிபூரண உத்தம குணம் காணப்படுவது துர்லபமே. எவ்வளவு நல்ல குணம் பொருந்தியிருந்தபோதிலும், அதில் சிறிதளவு தோஷம் தோன்றியே நிற்கும். அதேவிதமாக இந்த ஆவர்த்தன ஸம்விபாகத்திலும் சில தோஷங்களுள.

(1) சூனிய சமூகத்தைச் சேர்ந்த அலஸத்தின் பரமாணுபாரம் அதே ஆவர்த்தனத்தில் அதற்கு அடுத்து வரும் முதல் கணத்திலுள்ள பொட்டாஸியத்தின் பரமாணுபாரத்தைவிடக் கூடியிருக்கிறது. பிரிவினைக்கு ஆதாரம் பரமாணுபாரங்களேயாகையால் 39·94 பரமாணுபாரமுள்ள அலஸத்தை 39·1 பரமாணுபாரமுள்ள பொட்டா

ஸியத்திற்கு முன்வைத்திருப்பது சங்கற்பத்துக்கு விரோதமானது. ஆனால் சங்கற்பத்திற்கொத்தவாறு இவ்விரண்டையும் மாற்றியமைக்கலாமா? அப்படி அமைத்தால் ரஸாயன வீரியமில்லாத மந்த அலஸத்தை அதி வீரியம் பொருந்திய கூட்டத்திலும், அதிவீரியம் பொருந்திய பொட்டாஸியத்தை வீரியமற்ற சூனிய சமூகத்திலும் அமைக்கநேரும். இம்முறை சரியல்லவென்று கருதி, அவ்விரு பொருள்களையும் அவ்வவற்றின் குணங்களுக்கேற்றவாறே, உரிய இடங்களில் மெண்டலீப் அமைத்தார். இதே விதமான தோஷத்தை, பௌம்யம், பாடலகம் இவைகளைப் பொறுத்தும், கோபதம், நிக்கலம் இவைகளைப்பொறுத்துங் காண்கிறோம். சோதனை முறைகளில் பிழையிருக்கலாமென்று நினைத்து முறைகளை மாற்றிப் பலதடவை வெகு கவனத்துடன் அவைகளின் பரமாணுபாரங்களை நிர்ணயித்தார்கள். ஆனால் இம்மூன்று ஜோடிகளிலும் இத்தோஷத்தை நிவர்த்திக்க முடியவில்லை.

(2) ஒரேகணத்திலுள்ள உபகணங்கள் ஒன்றிற்கொன்று வித்தியாச குணங்களையுடையனவாயிருக்கின்றன. உதாரணமாக முதல் கணத்தில் 'ந' உபகணத்திலுள்ள[1] தாமிரத்திற்கும் க்ஷார உலோகங்களுக்கும் என்ன

[1] 'ந' உபகணத்திற் காணப்படும் நாணய உலோகங்களாகிய செம்பு, வெள்ளி, தங்கம் (Cu, Ag, Au) என்பவற்றை மெண்டலீப் ஒரு புது முறையில் தமது ஜாப்தாவில் அமைத்தார்: அதிரஸாயன வீரியமுள்ள இலேசான க்ஷார உலோகங்களுடன் மேற்கண்ட மந்தமானதும் பளுவானதுமான உலோகங்களை அமைப்பது உசிதமில்லையென்று கருதி, அவற்றின் சின்னங்களை அடைப்புகளிலமைத்து ஆங்காங்கு அமைத்தார். ஆனால் அவற்றிற்கு முன்னிருக்கும் எட்டாவது கணத்திலுள்ள நிக்கலம், பல்லேடியம், பிளாடினம் என்பவற்றை அவை முறையே ஒத்திருக்கின்றன. மெண்டலீபின் இச்சிறப்பு முறையைச் சில ஆசிரியர்கள் கவனியாது பலவிதமாகச் சமாதானங்

ஒத்தமை பாத்தியங்களிருக்கின்றன? நிலையுள்ள சேர்க்கைப்பொருள்களைத் தருஞ்சயத்தில், தாமிரம் துவி-ஸம்யோக-சக்திபொருந்தியதாகவே இருக்கிறது. நான்காவது கணத்திலிருந்து மேலே செல்ல, ஒரே கணத்தில் உலோகங்களையும், அலோகங்களையும் காண்கிறோம். இன்னும் எட்டாவது கணத்தில் மும்மூன்றாக ஓர் இடத்தில் தனிப்பொருள்கள் காணப்படுகின்றன.

(3) முன் குறித்தபடி அப்ஜனகத்தின் ஸ்தானம் எது என்று நிச்சயிக்கமுடியவில்லை. உலோகங்களைப்போல் அது அலோகங்களுடன் சேர்ந்து நிலையுள்ள சேர்க்கைப் பொருள்களைத் தருகிறது. மேலும், அச்சேர்க்கைப் பொருள்களையும் அமிலங்களையும் மின்சார வியோகத்திற்குள்ளாக்க உலோகங்கள்போல அப்ஜனகம் ருணதுருவத்தில் தோன்றுகிறது. ஆகையால் அது தனமின்சார குணம் பொருந்தியதாயிருக்கவேண்டும். இவ்வாறு பலவிதங்களில் யோஜித்துப் பார்க்க, அலோகமாகிய அப்ஜனகத்தினிடத்தில், அலோகத்தன்மை இல்லாமல் உலோகத்தன்மையைக் காண்கிறோம். அதன் ஸம்யோக சாமர்த்தியம் ஒன்று. ஆகையால் அதை முதல் கணத்தில் லிதியத்துக்கு மேல்வைக்க வேண்டுமென்று, நியாயம் ஏற்படுகிறது. ஆனால் அப்படிச் செய்வது மிகவும் தவறென்றுந் தோன்றுகிறது. அதை லவணஜனகங்களுடன் அமைக்கலாமா? ஆனால் அவ்வினத்தின் குணம் அப்ஜனகத்தில் காணப்படவே இல்லையே! [1] அப்ஜனகம் ஒரு புரளித்தனமான தனிப்பொருளென்பதற்கும் போக்கிலி என்பதற்குஞ் சந்தேகமுண்டோ?

[1] லிதிய-அப்ஜனகையை (Lithium hydride Li H) மின்சாரங்கொண்டு விபாகிக்க, அப்ஜனகம் தனதுருவத்தில் தோன்றும்.

நவீன ஆவர்த்தனஸம்விபாகம்

கணம் O He 2 — Ne 10
கணம் I Li 3 — Na 11
கணம் II Be 4 — Mg 12
கணம் III B 5 — Al 13
கணம் IV C 6 — Si 14
கணம் V N 7 — P 15
கணம் VI O 8 — S 16
கணம் VII F 9 — Cl 17

A 18 | K 19 | Ca 20 | Sc 21 | Ti 22 | V 23 | Cr 24 | Mn 25 | Fe 26 | Co 27 | Ni 28 | Cu 29 | Zn 30 | Ga 31 | Ge 32 | As 33 | Se 34 | Br 35

Kr 36 | Rb 37 | Sr 38 | Y 39 | Zr 40 | Nb 41 | Mo 42 | Ma 43 | Ru 44 | Rh 45 | Pd 46 | Ag 47 | Cd 48 | In 49 | Sn 50 | Sb 51 | Te 52 | I 53

Xe 54 | Cs 55 | Ba 56 | La 57 | Ce 58 | * | Hf 72 | Ta 73 | W 74 | Re 75 | Os 76 | Ir 77 | Pt 78 | Au 79 | Hg 80 | Tl 81 | Pb 82 | Bi 83 | Po 84 | (Am) 85

Rn 86 | EkaCs (Vg) 87 | Ra 88 | Ac 89 | Th 90 | Pa 91 | U 92 | Bo? 93

கணம் VIII

படம் 98

* அபூர்வமண் தனிப்பொருள்கள். பரமாணு எண்கள் 59 முதல் 71 வரை.

(4) அணிவகுப்பு ஜாப்தாவில் புதிதாய்க் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட அபூர்வ-மண்-தனிப்பொருள்களுக்கு (Rare-Earth elements) இடமில்லை. அவைகளை வெவ்வேறு கணங்களிலமைக்கவேண்டியிருக்கின்றது.

மேற்கூறிய தோஷங்களை நிவர்த்தித்து வேறுமுறையில் தனிப்பொருள்களை வரிசைப்படுத்த முடியுமா?

தனிப்பொருள்களின் பரமாணுபாரங்களை மூல ஆதாரமாக எடுத்துக்கொண்டதனுல்தான் மேற்கூறிய சில தோஷங்கள் ஏற்படுகின்றன. பரமாணுபாரத்தைத் தவிர வேறு ஏதேனுமொரு மூல ஆதாரமுண்டா? என்ற கேள்வி பிறக்கிறது. இம்மூல ஆதாரம் தனிப்பொருளின் "பரமாணு-எண்" (Atomic number) என்று தற்கால ஆராய்ச்சியின் பயனுக அறிகிறேம். பரமாணு எண் என்பது என்ன? பரமாணு-அமைப்பைப்பற்றி முன்பேயே தெளிவுபடுத்தியிருக்கிறேம். பரமாணு மண்டலத்தில் தனமின்தாதுக்களும் மின்பரமாணுக்களுமமைந்திருக்கின்றன. எல்லாத் தனமின்தாதுக்களும் சில மின்பரமாணுக்களும் நெருங்கிப் பரமாணு மண்டலத்தில் நடுவில் தனமின்சாரகுணமுடைய பீஜமாகவும், மீதியுள்ள மின்பரமாணுக்கள் பீஜத்திற்குச் சுற்றி விருத்த பாதைகளில் சுழன்றுகொண்டும், பரமாணு-மண்டல ஜோடனைக்குக் காரணமாயிருக்கின்றன என்று நமக்குத் தெரியும். பீஜத்திலுள்ள தனமின்தாதுக்களின் தொகையிலிருந்து, பீஜத்திலுள்ள மின்பரமாணுக்களின் தொகையைக் கழித்து வந்த எண் பீஜத்திலுள்ள அதிக தனமின்சார அளவைக் குறிக்கிறது. அவ்வெண்ணே உரிய தனிப்பொருளின் "பரமாணு எண்" எனப்படும். இது ஒவ்வொரு தனிப்பொருளுக்குந் திட்டமான அளவிலுள்ளது. இது ஒரு தனிப்பொருள் சம்பந்தப்பட்டவரையில் மாருவிராசி. நாம் பரமாணு வாதத்தைப்பற்றிய அத்தியாயத்தில், ஸீஸம்போன்ற ஒரே ரஸாயன குணமுள்ள தனிப்பொரு

ளுக்கு அநேக பரமாணுபாரங்களிருக்கலாமென்று தெரிந்து கொண்டிருக்கிறோமல்லவா? பரமாணுபாரங்களில் வித்தியாசத்தையுடைய ஒரே தனிப்பொருளை, பரமாணுபாரங்களுக்கேற்றவாறு பலவிடங்களிலமைக்க நேரிடும். ஒரே ரஸாயனகுணம் பொருந்திய தனிப்பொருளைப் பல இனங்களைச் சேர்ந்திருப்பதாய்க் கூறுவது நியாயமல்ல. இச்சங்கடங்களெல்லாம் அப்பொருளின் பரமாணு எண்ணை மூல ஆதாரமாகக்கொள்ள விலகிவிடும். ஏனென்றால் வித்தியாச பரமாணுபாரங்களுள்ள அத்தனிப்பொருளின் பேதங்களெல்லாவற்றையும் ஒரே பரமாணு எண்ணேகுறித்து நிற்கிறது. ஆகையால் தனிப்பொருள்களை அவ்வவற்றின் பரமாணு எண்களின் விகிதப்படி வரிசைப்படுத்தினால் அணிவகுப்பு தோஷமற்றதாயிருக்கும். பரமாணு எண்ணை எவ்விதங் கணக்கிடுவது என்ற கேள்வி பிறக்கிறது.

[இம்முறையைப்பற்றிக் கற்றுக்கொள்ள, வர்ணப்பட்டிதரிசினி (Spectroscope) வர்ணப்பட்டி - விபாகம் (Spectrum analysis) முதலியவைகளைப்பற்றிய விஷயங்களை நன்கறிந்திருக்கவேண்டும். இவ்விஷயங்களைப் பற்றி இங்கு எடுத்துக்கூற அவகாசமில்லை. இருந்தாலுஞ் சுருக்கிச் சொல்ல முயலுவோம். ஒரு தனிப்பொருளை ருண துருவத்திலிருந்து வெளிப்படும் கிரணங்களால் (Cathode rays) தாக்க, அத்தனிப்பொருளிலிருந்து அதற்குரிய விசேஷமான ஊடுருவிச் செல்லும் X கிரணங்கள் கிளம்புமென்று "பார்க்லா" (Barkla) என்ற ஒரு சாஸ்திரஞானி வெளியிட்டிருக்கிறார். தனிப்பொருளின் பரமாணுபாரம் அதிகமாயிருந்தால் அதற்குரிய X கிரணங்கள் ஊடுருவிச்செல்லும் பலத்தை அதிக அளவில் காட்டுகின்றன. "லாவெ" (Laue) என்பவர் இந்த X கிரணங்கள் ஒளி கிரணங்கள் போன்றவையென்றும், ஆனால் அவைகளின் அலை நீளம் (Wave-length) மிகக் குறைந்ததென்றும் சோதனைகளின் பயனாகத் தெளிவாய் எடுத்துக்

காட்டியிருக்கிறார். இக்குணங்களையெல்லாம் உபயோகப் படுத்தி, ஆங்கில சாஸ்திர நிபுணரான மாஸ்லீ (Moseley)*

Cu		
Ni		
Co		
Fe		
Mn		
Cr		
V		
Ti		

X-கிரண வர்ணப்பட்டிகளிலுள்ள “க” தொடர்ச்சி

படம் 99

தனிப்பொருள்கள்	↑	$\sqrt{\frac{1}{ஹ}} \times 10^{-8}$ →
Se	21	
Ca	20	
K	19	
A	18	
Cl	17	
S	16	

மாஸ்லீ நியாயத்தைக் காட்டுங் கோடு. ‘க’ தொடரிலுள்ள இரு கோடுகளுக்குரிய இரு புள்ளிகளும் அந்தந்தத் தனிப்பொருளுக்கு எதிரே அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

படம் 100

* இம்மஹா நிபுணர், சென்ற ஐரோப்பிய மஹா யுத்தத்தில் மாண்டார். இளம் வயதில் அதி புத்தி கூர்மையுள்ள ஒரு பெரிய விஞ்ஞானியாகிய இவர் உயிர்துறக்க நேரிட்டது விஞ்ஞான உலகின் துர் அதிர்ஷ்டம் என்றே சொல்லவேண்டும்.

என்பவர் தனிப்பொருள்களை X-கிரண-வர்ணப்பட்டிமானி யால் சோதித்து, ஒவ்வொன்றிற்குரிய விசேஷ X கிரணங் களின் அலை நீளங்களை அளந்துபார்த்தார். (இவர், பிராக் என்றவர் கண்டுபிடித்த ஸ்படிகமுறையை—Bragg's crystal method—அநுசரித்தார்.) ஒரு தனிப்பொருளின் X-கிரண-வர்ணப்பட்டி தொடர்ந்ததாயில்லாமல் கூட்டங் கூட்டமான பல கோடுகள் பொருந்தியதாயிருக்கும். இவை களை $\begin{pmatrix} க & ல & ம \\ K & L & M \end{pmatrix}$ தொடர்ச்சிகளென்று சொல்லுவோம். (727-ம் பக்கத்திலுள்ள படத்தைப் பார்.) மாஸ்லீ ஒவ் வொரு தொடர்ச்சியிலும் சமமான கோட்டை ஒவ்வொரு தனிப்பொருள் சம்பந்தப்பட்டமட்டிலெடுத்து, தனிப் பொருள்களுக்குரிய X வர்ணப்பட்டிகளைத் தாரதரித்துப் பார்த்ததில், பரமாணுபாரங்களின் அளவுகளுக்கேற்றவாறு அலைநீளங்கள் குறைவதைக் கண்டார். இஃதன்றி பிர மாண பாத்தியத்தையும் அனுமானித்தார்.

இப்பிரமாண பாத்தியம் பரமாணு எண்ணைப் பொறுத் திருக்கிறதேயொழிய, பரமாணுபாரத்தைப் பொறுத் திருக்கிறதில்லை. அப்ஜனகத்தின் பரமாணு-எண் ஒன்று, ஸௌர்யத்தினுடையது இரண்டு, லிதியத்தினுடையது மூன்று, பெரீலியத்தினுடையது நான்கு, பொறனத்தி னுடையது ஐந்து, கரியினுடையது ஆறு, பாக்கியஜனகத் தினுடையது ஏழு, பிராணவாயுவினுடையது எட்டு, காசாதத்தினுடையது ஒன்பது என்றவாறு போய்க்கொண் டிருக்கும். "X-கிரண அலை நீளத்தின் விலோமத்தின் வர்க்கமூலமானது, பரமாணு எண்ணின் ஒருமைச் சார்பின மாக இருக்கிறது"[1] என்பதை மாஸ்லீ (Moseley) கண் டார். அலைநீளத்தை "ஹ" என்றும் பரமாணு எண் "எ" என்றும் வைத்துக்கொள்ள, மேற்கண்ட பாத்தியதையை $\sqrt{\frac{1}{ஹ}} = அஎ + ஆ$ என்ற சமீகரணத்தால் காட்டலாம்.

[1] The reciprocal of the square root of the X-ray wave-length is a linear function of the atomic number.

அ, ஆ என்பவை எல்லாத் தனிப்பொருள்களுக்குமுரியதா யிருக்கும் மாறுவிருசிகள். $\sqrt{\frac{1}{ஒ}}$, "எ" என்ற இரண்டு ராசிகளுக்கேற்ற ஒரு கிராப் (Graph) தயாரித்தால் ஒரு நேர்க் கோட்டைக் காண்போம் (பக்கம் 727.)

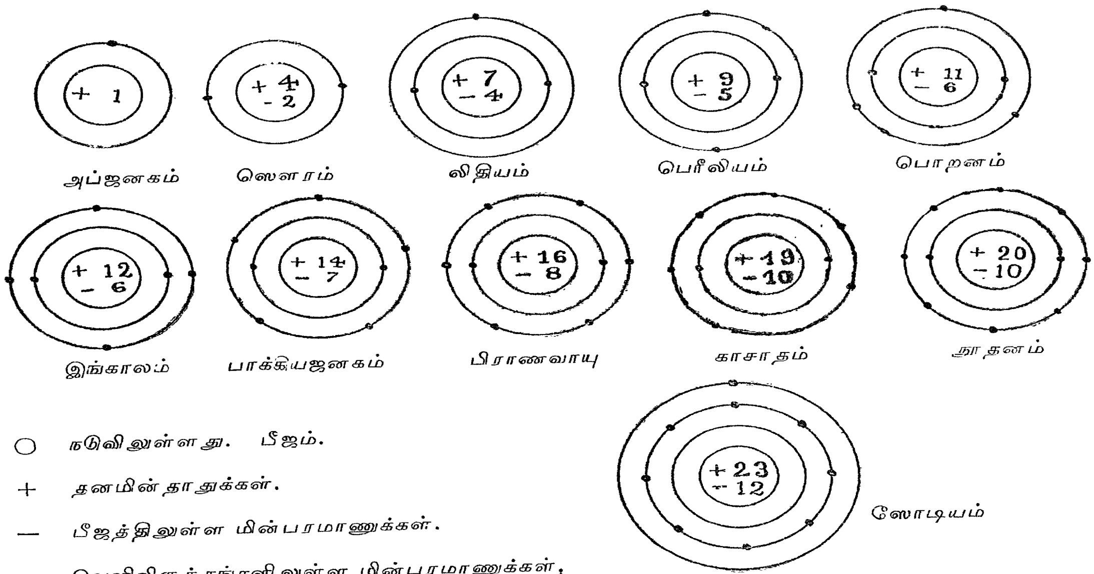
இவ்விதங் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பரமாணு எண்கள் விகிதம் தனிப்பொருள்களை முன்போல் வரிசைப்படுத் திப் பார்க்க அவைகளெல்லாம் நாம் முன் குறித்த மெண் டலீப் ஆவர்த்தன-ஸம்விபாக அமைப்புக்கு ஒத்தவாறே அமர்கின்றன. அலஸத்தின் பரமாணு எண் 18, பொட் டாஸியத்தின் பரமாணு எண் 19; கோபதத்தின் பரமாணு எண் 27, நிக்கலத்தினுடையது 28; பௌம்யத்தினுடையது 52, பாடலகத்தினுடையது 53. ஆகையால் இம்முறையில், இந்த மூன்று ஜோடிகளும் சரியானபடி தோஷமின்றி அமர்கின்றன. இந்நாளில் இம்முறைப்படித் தயாரித்த அணிவகுப்பு ஜாப்தாவை 98-வது படமாகக் காட்டியிருக் கிறோம். அதனமைப்பைக் கவனிக்கவும். ஒரேகணத்தில் வித்தியாசமுள்ள இரு உபகணங்களும் பக்கத்திலில்லாமல் தள்ளி நிற்பது முன் சாட்டிய குற்றத்திற்குட்படாமலிருக் கிறது.

இவ்வணிவகுப்பிலும் முன்போலவே, ஆவர்த்தனங் களையும் (நேர்வரிசைகளையும்) கணங்களையும் (குறுக்குப் பத்திகளையும்) காண்கிறோம். முதல் ஆவர்த்தனத்தில் 8 "அணை-தனிப்பொருள்களையும்," இரண்டாவதில் 8 "லக்ஷண-தனிப்பொருள்களையும்" காண்கிறோம். இவ் விரண்டும் குறுமாவர்த்தனங்கள். அடுத்த அதாவது மூன்றாவது நெடு ஆவர்த்தனத்தில் 18 தனிப்பொருள் களையும் நான்காவது நெடு ஆவர்த்தனத்தில் அதேமாதிரி 18 தனிப்பொருள்களையும் ஐந்தாவது நெடு ஆவர்த்தனத் தில் 31 தனிப்பொருள்களையும்,—32-வது தனிப்பொருளா கிய ஏக பாடலகத்திற்கு பாடலகத்தினடியில் காலியிட மிருப்பதைப் பார். அத்தனிப்பொருள்தான் அலாபிமீ

னம்?—ஆறாவது ஆவர்த்தனத்தில் 6 கண்டுபிடிக்கப்பட்ட தனிப் பொருள்களையும் கண்டுபிடிக்கவேண்டிய ஏக-ஸீஸியத்திற்குரிய காலியிடத்தையுங் காண்கிறோம். அக்காலியிடங்களும் நிரப்பப்பட்டுவிட்டன (?). ஒவ்வொரு ஆவர்த்தனத்திலும் ரஸாயன வீரியமற்ற மந்த வாயு முதலிலும் அடுத்தாற்போல் ஒரு வீரியமுள்ள உலோகமும், பின் உலோக குணங் குறைந்துகொண்டேவரும் தனிப்பொருள்களும், கடைசியில் ஒரு வீரியமுள்ள அலோகமும் அமைந்திருக்கின்றன. ஓரினத்தைச் சேர்ந்த தனிப்பொருள்கள் ஒன்றின்கீழொன்றாக ஒரே உபகணத்திலமர்கின்றன. லக்ஷணத்தனிப்பொருளின் வம்சத்தைச் சேர்ந்த உபகணம் ஒரு சாய்ந்த நேர் கோட்டாலும், அக்கணத்திலுள்ள மற்ற வம்சத்தைச் சேர்ந்த மற்றொரு உபகணம் புள்ளிக் கோட்டாலும் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன.

பரமாணு ஜோடனையில் மின்பரமாணுக்களினமைப்பு

ரஸாயன ஸம்யோகத்தின் காரணம் யாதெனில், ஒரு தனிப்பொருளின் பரமாணு மண்டலத்திலுள்ள வெளி விருத்தியிலமைந்திருக்கும் மின்பரமாணுவின் பெயர்ச்சியே. மின்பரமாணுக்கள் ஒரு பரமாணுவிலிருந்து மற்றொரு பரமாணுவிற்குச் செல்லுதலோ, அல்லது அவ்விரு பரமாணுக்களுக்கும் பொதுவாய் அமர்வதோ, ரஸாயன ஸம்யோகத்தின் மூலகாரணமென்றும், ரஸாயன குணங்கள் ஆதி வெளி விருத்தத்திலுள்ள மின்பரமாணுக்களையே ஒட்டி நிற்கின்றனவென்றும், ஸம்யோக சாமர்த்தியத்தினளவு இடப்பெயர்ச்சியையுடைய மின்பரமாணுக்களின் எண்ணிக்கைக்கு சமமானதென்றும் முன்பே குறிப்பிட்டோம். ஆவர்த்தன ஸம்விபாகத்திலமைந்தபடி தனிப்பொருள்களின் பரமாணு அமைப்பைக் கவனிக்க, ஓரபூர்வ ஒழுங்கைக் காண்போம். மின்பரமாணுக்களில் சில பீஜத்துக்குள்ளகப்பட, மீதிநின்றவை வெளிவிருத்தங்களி


+ 1
அப்ஜனகம்
+ 4
- 2
ஸெளரம்
+ 7
− 4
லிதியம்
+ 9
− 5
பெரீலியம்
+ 11
− 6
பொறனம்
+ 12
− 6
இங்காலம்
+ 14
− 7
பாக்கியஜனகம்
+ 16
− 8
பிராணவாயு
+ 19
− 10
காசாதம்
+ 20
− 10
நூதனம்
+ 23
− 12
ஸோடியம்
நடுவிலுள்ளது. பீஜம்.
தனமின் தாதுக்கள்.
பீஜத்திலுள்ள மின்பரமாணுக்கள்.
வெளிவிருத்தங்களிலுள்ள மின்பரமாணுக்கள்.

னுள்ளவையென்று நமக்குத் தெரியும். வெளி விருத்தங்களிலுள்ளவைகளைச் சற்று கவனிப்போம். பீஜத்திற்கு வெளியிலுள்ள மின்பரமாணு எண்ணை விவகாரத்திலெடுத்த தனிப்பொருளின் பரமாணு எண்ணாகக்கொள்ளலாம். அப்ஜனகம்:—இதன் பீஜத்தில் ஒரு தனமின்தாதுவும் இப்பீஜத்தைச் சுற்றி ஒரு மின்பரமாணுவும் இருக்கின்றன. அப்ஜனகத்தின் பரமாணு எண் 1. அடுத்த தனிப்பொருளாகிய ஸௌரத்தில், பீஜத்தில் 4 தனமின் தாதுக்களும் 2 மின்-பரமாணுக்களும், பீஜத்தைச் சுற்றி 2 மின்பரமாணுக்களுமுள. ஆகையால் பீஜம் தனமின்சார குணம்பொருந்தியே இருக்கும். பீஜத்தில் தமது சக்தி கெடாமல் மீதிநிற்பவை இருதனமின்தாதுக்களே. வெளியிலிருக்கும் மின்பரமாணுக்கள் இரண்டு. ஆகையால் ஸௌரத்தின் பரமாணு எண் 2. இதேவிதமாகத் தனிப்பொருள்களின் பரமாணு ஜோடனைகளை விஸ்தரித்துக் கொண்டேபோகலாம். சூனியகணத்திலிருக்கும் தனிப்பொருள்கள் யாவும் ரஸாயன வீரியமற்றவை. அவைகளின் அமைப்பு விசேஷமாயிருக்கவேண்டும். அக்கணத்திலுள்ள தனிப்பொருள்களின் பரமாணு மண்டலங்களில் பீஜங்களுக்கு வெளியேயுள்ள மின்சார பரமாணுக்களின் எண்களைக் கவனிப்போம்.

He	ஸௌரம்	... 2
Ne	நூதனம்	... 10
A	அலஸம்	... 18
Kr	குப்தம்	... 36
Xe	அன்னியம்	... 54
Rn	ரேடானம் (ரேடியத்திலிருந்து வெளிவரும் பொருள்)	... 86

மேலே குறிப்பிட்ட பரமாணு எண்களின் ஒழுங்கான தொடர்பை ரிட்பர்க் (Rydberg) என்றவர் கண்டார். அவர் இதற்கு ஒரு சமீகரணத்தையும் அமைத்தார்.

அதாவது எ $=2\times1^2+2\times2^2+2\times2^2+2\times3^2+2\times3^2+2\times4^2$. எ என்பது பரமாணு எண். இதன்படி

ஸௌரத்தின் பரமாணு எண் $=(2\times1^2)=2$

நூதனத்தின் பரமாணு எண் $=(2\times1^2)+(2\times2^2)=10$

அலஸத்தின் பரமாணு எண் $=(2\times1^2)+(2\times2^2)+(2\times2^2)=18$

குப்தத்தின் பரமாணு எண் $=(2\times1^2)+(2\times2^2)+(2\times2^2)+(2\times3^2)=36$

அன்னியத்தின் பரமாணு எண் $=(2\times1^2)+(2\times2^2)+(2\times2^2)+(2\times3^2)+(2\times3^2)=54$

ரேடானத்தின் பரமாணு எண் $=(2\times1^2)+(2\times2^2)+(2\times2^2)+(2\times3^2)+(2\times3^2)+(2\times4^2)=86$

வர்ணப்பட்டி தரிசினிச் சோதனைகளின் பயனாக, பீஜத்தைச் சுற்றியுள்ள மண்டலங்களிலமைந்த மின்பரமாணுக்களைக் கவசங்களாக (Shells) வகுத்துக் குறிப்பிடுவது இந்நாள் முறை. அக்கவசங்களை க, ல, ம, ந, ஓ, ப, (K, L, M, N, O, P Shells) என்று எழுத்துக்களால் குறிப்பிடலாம். மேற்கண்ட மந்தவாயுக்களின் வெளி விருத்தங்களிலுள்ள மின்பரமாணுக்களைக் கீழ்க்கண்டவாறு குறிப்பிடுவது வழக்கம்.

கவசத்தின் சின்னம் (Symbol of Shell)	க (K)	ல (L)	ம (M)	ந (N)	ஓ (O)	ப (P)
கவசத்தின் தொடர்பெண் (Serial number of shell)	1	2	3	4	5	6

ஸௌரம்	He எ = 2 = 2						
நூதனம்	Ne எ = 10 = 2+	8					
அலஸம்	A எ = 18 = 2+	8+	8				
குப்தம்	Kr எ = 36 = 2+	8+	18+	8			
அன்னியம்	Xe எ = 54 = 2+	8+	18+	18+	8		
ரேடானம்	Rn எ = 86 = 2+	8+	18+	32+	18+	8	

இதைப்பற்றிய மற்ற விவரங்களுக்கு உரிய உயர்தர நூல்களைப் பார்க்கவும்.

வெளிவிருத்தத்திலுள்ள மின்பரமாணுக்களே ரஸா
ன விகாரத்திற்குக் காரணமாகையால் இச்சூனிய கணத்தி
ுள்ள தனிப்பொருள்களின் பரமாணுமண்டலங்கள் ஒவ்
வான்றிலுமுள்ள வெளி விருத்தத்திலிருந்து மின்பர
ாணு வெளியிற் செல்லாதென்றும், புதிதாய் வேறு மின்
ரமாணு வந்து அதிற்புகாதென்றும் ஏற்படுகிறது. இங்கு
ுதி வெளிவிருத்தத்திலிருக்கும் மின்பரமாணுக்கள் அதிக
லையுள்ளதாய் அமைந்திருக்கவேண்டும். இவைகளில்
ஒவ்வொன்றின் பரமாணு எண்ணைவிட ஓர் எண் அதிகப்
ட்டால் (க்ஷார உலோகங்களிலுள்ளதுபோல்) அதனால்
அதிகப்படும் அந்த ஒரு மின்பரமாணு ஒரு புதிய விருத்
தத்திலமையவேண்டும். இந்நோக்கங்களை அனுசரித்து
முதல் 13 தனிப்பொருள்களுள் ஒவ்வொன்றின் பீஜத்தின்
வெளியிலுள்ள மின்-பரமாணுக்களின் ஜோடனைகள் பின்
வருமாறிருக்கவேண்டும்.

தனிப்பொருள்	H.	He.	Li.	Be.	B.	C.	N.	O.	F.	Ne.	Na.	Mg.	Al
...ள் விருத்தம்	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
...தி விருத்தம்	–	–	1	2	3	4	5	6	7	8	8	8	8
வெளி விருத்தம்	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	2	3

மேலேகுறித்த வரிசைப்பாடும் ரஸாயன குணங்களை
ஒயாத்தே இருக்கிறதல்லவா? அமிலம் அழித்தலைக் கவ
னித்தபொழுது, ஸோடிய-மின்னணுவின் அமைப்பு சூனிய
சமூகத்திலுள்ள தனிப்பொருளின் பரமாணு அமைப்புக்கு
ஒப்பாக இருக்கிறதென்று சொன்னோமல்லவா? அம்
மின்னணுவின் குணங்கள் யாவும் சூனிய சமூகத்திலுள்ள
தனிப்பொருள்களின் குணங்களைப்போலவே இருக்காது.
ஏனென்றால் சூனிய சமூகத்திலுள்ள தனிப்பொருள்களின்
பரமாணுவின் மின்சார குணம் நடுநிலையுள்ளது. ஸோடிய
மின்னணுவின் மின்சாரமானம் ஒன்று. ஆயினும் வெளி
விருத்தத்தின் அமைப்பு ரஸாயன வீரியமின்மையை வெளி
யாக்குகிறது. ஒரே மின்பரமாணு அமைப்பைக்கொண்ட
ஒரு தனிப்பொருள் பல ஸம்யோக சாமர்த்தியங்களை

ஏன் காட்டுகிறது என்ற வினவிற்கும் விடையளிக்கலாம். உதாரணம் இரும்பின் பரமாணு எண் 26. மண்டலத்தில் அயச இரும்பின் பரமாணு பீஜத்திற்கு வெளிவிருத்தங்களிலுள்ள மின்-பரமாணுக்களின் எண் அமைப்பை 2, 8, 14, 2 என்றும் அயிக இரும்பினுடையதை 2, 8, 13, 3 என்றும் குறிப்பிடலாம். அயச மின்னணுவின் வெளிவிருத்திகளின் மின்-பரமாணு ஜோடனை 2, 8, 14 ஆக இருக்கவேண்டும். 14 மின்னணுக்கள் வெளியேயமைய அச்சோடனை நிலைகுறைந்ததாகையால், அதைவிட்டு ஒரு மின்-பரமாணு வெளியேறி எளிதில் அயிக-மின்னணு (2, 8, 13) ஆக, மாறலாம்.

பீஜத்தில் மிஞ்சிநிற்கும் தனமின்சாரமானத்தினளவே தனிப்பொருளின் பரமாணு எண் என்றும், இப்பரமாணு எண்ணைப்பொறுத்தே அத்தனிப்பொருளின் குணமிருக்கிறதென்றுஞ் சொன்னோமல்லவா? இதைக்கொண்டு ஒரே ரஸாயனத்தன்மை பொருந்திய பொருளுக்குப் பல பரமாணுபாரங்களிருக்கலாம் என்பதற்குச் சமாதானங் கூறலாம். ஹரிதகத்தை எடுத்துக்கொள்வோம்.

35, 37 பரமாணுபாரங்களுள்ள இரண்டுவித ஹரிதகமிருக்கின்றன. அந்த இரு ஹரிதகங்களின் பரமாணு எண் 17.

பரமாணு பாரம்	பீஜத்தினமைப்பு	வெளிவிருத்தங்களிலுள்ள மின்-பரமாணுக்கள்
35	17 தனிமையான தனமின் தாதுக்கள் + தனமின்தாதுக்களும் மின்சார பரமாணுக்களும் ஐக்கியமாகிய 18 ஜோடிகள்.	17
37	17 தனிமையான தனமின் தாதுக்கள் + தனமின்தாதுக்களும் மின்சார பரமாணுக்களும் ஐக்கியமாகிய இருபது ஜோடிகள்.	17

இரண்டுவித ஹறிதகங்களிலும் பீஜத்தில் மிஞ்சுகிற்ம் தனமின்சாரமானமும் வெளிவிருத்தங்களிலுள்ள ன்பரமாணுக்களின் எண்களும் சமமாயிருக்கின்றன. ரண்டுவித ஹறிதகங்களின் பரமாணு எண் 17-தான். தகையால் பரமாணுபாரங்களில் வித்தியாசமிருந்தாலும் ஸாயன குணங்கள் ஒரேவிதமாயிருக்கின்றன.

ஒரு நூற்றாண்டுக்குமுன் ப்ரௌட் (Prout) என்பவர் அந்நாளில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட தனிப்பொருள்களின் பர மாணுபாரங்களைக்கொண்டு பொருள் சிருஷ்டி சம்மந்தமாய் ஒருவிதத்தீர்மானத்திற்கு வந்தார். அப்ஜனகத்தின் பர மாணுபாரம் ஒன்ருகவும், மற்ற அநேக தனிப்பொருள்க ளின் பரமாணுபாரங்கள் முழு எண்களாகவும் காணப்பட் டதால், பொருள்சிருஷ்டிக்கு மூல ஆதாரமாயிருப்பது அப்ஜனகமென்றும் மற்ற தனிப்பொருள்களின் பரமாணுக் கள் அப்ஜனக-பரமாணுக்களின் ஐக்கியமென்றும் கரு தினர்.

சூக்ஷ்ம பிரமாண விச்லேஷண முறைகள் சீர்திருத் தப்படவே, பல தனிப்பொருள்களின் பரமாணுபாரங்கள் முழு எண்ணளவுகளிலில்லாமலிருப்பது காணப்பட்டது. எனவே, அநேகர் ப்ரௌட்டின் சங்கற்பத்தை ஏற்றுக் கொள்ள மறுத்து அவரைப் பலவிதங்களில் கேலியுஞ் செய்யத்தொடங்கினர். அவரது கொள்கை பைத்தியக் காரத்தனமான கொள்கையல்ல; அதில் ஓர் அபூர்வ உண் மையிருக்கிறது என்பதை தற்கால ஆராய்ச்சி முறைகளில் தேர்ந்த நிபுணர்கள் கண்டிருக்கின்றனர். ஸாடி (Soddy) ஆஸ்டன் (Aston) இவ்விருவர்களின் சோதனைகளின் பய ஞக ஒரு தனிப்பொருளுக்குப் பல பரமாணுபாரங்களிருக் கலாமென்பதும், இப்பரமாணுபாரங்கள் முழு எண் அளவு- களிலேயே இருக்கலாமென்பதும் தெரியவந்துள்ளன. நாம் கையாளுந் தனிப்பொருள் வெவ்வேறு பரமாணுபார [illegible]களிருக்கும் ஒரே குணமுள்ள தனிப்பொருட்

னைதப் பிரமாண விச்லேஷனை முறைகளில் முழு எண்ணள வில் காண்கிறதில்லை. தற்காலத்தில் ஒப்புக்கொள்ளப்படும் பரமாணு-வாதத்தினுல், தனமின்தாதுக்களே பரமாணு பாரத்திற்கு முக்கியகாரணம் என்று தெரிகிறது.

ஸௌரத்தின் பரமாணுபாரம் 4. ஆகையால் இதில் நான்கு அப்ஜனக-பீஜங்களமைந்திருக்கவேண்டும். ஒரு அப்ஜனக-பரமாணுபாரம் 1·0078 என்று தீர்மானிக் கப்பட்டிருக்கிறது. அவை நான்கு ஐக்கியமாக, பரமாணு பாரம் 4·0312 ஆக இருக்கவேண்டுமே. 0·03 குறைந் ததற்குக் காரணம் என்ன என்ற விவகாரம் ஏற்படுகிறது! நான்கு அப்ஜனக பரமாணுக்கள் ஐக்கியமாகி ஒரு ஸௌர பரமாணுவைக்கொடுக்க, அதிக அளவுசக்தி செலவாக வேண்டும். ஐக்கிய விகாரத்திலேற்படும் சக்தி அளவை விஞ்ஞான ஆலோசனைகளிலிருந்து கணக்கிட்டுப்பார்க்க, 0·03 அளவுக்கொத்த பிண்டமறைதல் மேற்படி சக்தியின ளவுக்குச் சமமானது என்று காணப்படுகிறது. ஆகையால் பிண்டம் பேதித்துச் சக்தியாக மாறலாம் என்பது நிச்சய மாகிறது. சக்தி பேதித்துப் பிண்டத்தைக் கொடுக்கலாம் என்பதையும் நாம் அனுமானிக்க இடம் இருக்கிறது. இவைகளிலிருந்து பிண்ட நித்யத்வம் அதாவது பொரு ளழியாமை என்ற நியாயமும், சக்தி நித்யத்வம் அல்லது சக்தி அழியாமை என்ற நியாயமும் உண்மையா என்ற சந்தேகமேற்படுகிறது. நாம் பிண்டத்தையும் சக்தியை யும் வேறுபடுத்தி வைத்துக்கொள்வதனுலேயே இச்சங்க டமும் சந்தேகமும் ஏற்படுகின்றன. சௌகரியத்தின் பொருட்டும், விவகாரத்திற்காகவும், பிண்ட குணுதிசயங்க ளைத் தெரிந்துகொள்வதற்கும், நாம் இவ்விரண்டையும் பிரித்து வெவ்வேறுனவைபோல் கற்பித்துக்கொள்கிறேம். ஒரு சொல்லை அதன் பொருளிலிருந்து பிரிக்கமுடியாது என்று மஹாகவி காளிதாஸன் சொன்னதுபோல், பிண்ட மும் சக்தியும் ஒன்றுபட்டவை. நம்நாட்டு முன்னேர்களா [illegible] வைமானிக்க

“மாயா” நியாயத்தை, தற்கால ஆராய்ச்சிகளும் வருங்கால ஆராய்ச்சிகளும் ஊர்ஜிதப்படுத்திவிடும்போலும்.

“मायामात्रं इदं द्वैतम्
अद्वैतं परमार्थतः”

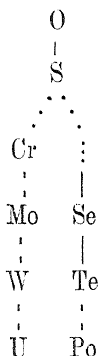
“பின்னபின்னமாய்ப் பிரிக்கப்படக்கூடியனயாவும் பொய்போலும், எல்லாவற்றிற்கும் காரணமாயும், அபின்னமாயும் நிற்பதுவே மிக்க உண்மையாம்”

என்பது மேற்கண்ட வேதவாக்கியத்தின் சாராம்சமாம்.

கூடியசீக்கிரத்தில் பொருள் சிருஷ்டியின் காரணத்தையும் மூலதத்துவங்களையும் மனிதன் சோதனைமுறைகளின் பயனாக அறிவான் என்பதைக் காட்டும் அறிகுறிகள் ஆகாயத்தில் எழும்பிப் பிரகாசித்துக்கொண்டிருக்கின்றன.

அத்தியாயம் 27

கந்தக இனம்—ஆறவது கணத்திலுள்ள தனிப்பொருள்கள்



பிராணவாயு (Oxygen), கந்தகம் (Sulphur), சாந்த்ரம் (Selenium), பௌமயம் (Tellurium) என்ற தனிப்பொருள்கள் ஓரினத்தைச் சேர்ந்தவை. ஹரிதக இனத்தில் நாம் கண்டதுபோல் ஒற்றுமை வேற்றுமைகளைக் கந்தக இனத்திலும் காணலாம். இவ்வினத்தில் பிராணவாயு அணை-தனிப்பொருள் (Bridge element). அதன் குணங்கள் மற்றவைகளினின்று சற்று வேறுபட்டவை. கந்தகமே, இவ்வுபகணத்தின் லக்ஷணப் பொருள். 'ந' உபகணத்திலுள்ளவையெல்லாம் உலோகமல்லாத தனிப்பொருள்கள். 'க' உபகணத்திலுள்ளவை உலோகங்கள். எனவே, இவ்விரு உபகணங்களிலுள்ள தனிப்பொருள்களில் ஒற்றுமையைக் காணமுடியாது. எனினும் கந்தக-த்ரி-பிராணேயைப் போல் கிரோமிய-த்ரி-பிராணே (CrO_3) ஓர் அமிலப் பிராணே. கந்தகிகஜங்களும் M'_2SO_4 கிரோமிகஜங்களும் M'_2CrO_4 ஒருருவமுடையவை.

கந்தக இனத்தைச் சேர்ந்தவைகளின் குணங்களை அடியிற்காணப்படும் ஜாப்தாவில் தாராதரித்துக் காட்டியிருக்கிறோம். இனவொற்றுமையையும் ஒழுங்கான குணமாறுபாட்டையுங் கவனிக்க.

	பிராண வாயு O	கந்தகம் S	சாந்த்ரம் Se	பௌம்யம் Te
பரமாணு-எண்.	8	16	34	52
பரமாணு-பாரம்.	16·00	32·06	79·2	127·5
சாதாரண நிலையில் ஸ்திதி.	வாயு	திடப் பொருள்	திடப் பொருள்	திடப் பொருள்
திண்மை திடஸ்திதியில்.	1·43	1·96—2·06	4·38—4·80	5·93—6·4
பரமாணு-பருமன் (ஸ்தூலமாக).	11	16	18	21
உருகுநிலை.	-219°	114°	217°	452°
கொதிநிலை.	-183°	$444{\cdot}6^\circ$	688°	1390°
சமரூபாந்தரம் அல்லது	எல்லாம் தோற்ற பேதத்தைக் காண்பிக்கின்றன			
தோற்ற பேதம்.	பிராண வாயு, ஓஸோன்	சாய்ந்த சதுர, ஏககோண மைய, பாகு போன்ற கந்தக வகைகள்	அரூப, ஏக கோணமைய, உலோகத்வ, சாந்த்ர வகைகள்	அரூப, ஸ்படிக, உலோகத்வ பௌம்ய வகைகள்
அப்ஜனகத்துடன் சேர்ந்த பொருள்கள்.	தண்ணீர் H_2O மணமற்றது	H_2S துர்நாற்றமுள்ள வாயு	H_2Se துர்நாற்றமுள்ள வாயு	H_2Te துர்நாற்றமுள்ள வாயு
பிராணைகளும் பிராண-அமிலங்களும்	—	SO_2, SO_3, H_2SO_3, H_2SO_4 இன்னுமநேகமிருக்கின்றன	SeO_2, SeO_3, H_2SeO_3, H_2SeO_4	TeO_2 TeO_3, H_2TeO_3, H_2TeO_4 $2H_2O$
ஸம்யோக-சாமர்த்தியம்	2	2, 4, 6	2, 4, 6	2, 4, 6

கந்தகம்

சரித்திரம்:—கந்தகத்தைப்பற்றிப் பழைய நூல்களி லும் நாம் காண்கிறோம். சரகர் எழுதிய வைத்திய நூலில் "சிகித்ஸா" அத்தியாயத்தில் கந்தகத்தைப்பற்றிச் சொல் லுகிறார். கந்தகத்தை உலோக மாரகமாக ஆயுர்வேத முறைகளில் தொன்றுதொட்டு உபயோகித்து வருகிறார் கள். இதன் பொருட்டே அதற்கு "சுல்வாரி" (शुल्वं= தாமிரம், अरि=விரோதி) அதாவது தாமிரத்தின் சத்துரு வென்று கிருஸ்து பிறப்பிற்கு 3000-ம் வருஷங்களுக்கு முன்னமேயே பெயரிட்டிருக்கிறார்கள். சுல்வாரி யென் னும் பெயரிலிருந்தே லத்தீன் பாஷையில் "சல்பூரிகம்" என்றும் ஆங்கிலத்தில் சல்பர் (Sulphur) என்றும் மருவி வந்திருக்கின்றன. சுத்திசெய்யப்படாத கந்தகத்திற்கு "கந்தக பாஷாணம்" (brimstone) என்றும் "தீக்கல்" (Fire stone) என்றும் பெயர்களிருந்தன. கந்தகப்புகை, ஒரு சலவைச் சரக்காகவும், கிருமிநாசனியாகவும் வெகு காலத்திற்குமுன்பே உபயோகிக்கப்பட்டது. வெகுநாள் வரை, கந்தகந்தான் எரிதலுக்குரிய மூலப் பொருளென்றும் உலோகத்திலுள்ள ஒரு அம்சமென்றுங் கருதப்பட்டு வந்தது. அதை அக்னி அம்சமாக நினைத்துவந்தார்கள். அது ஒரு தனிப்பொருளென்று சந்தேகமற நிச்சயித்தவர் லவாசியரே (1777).

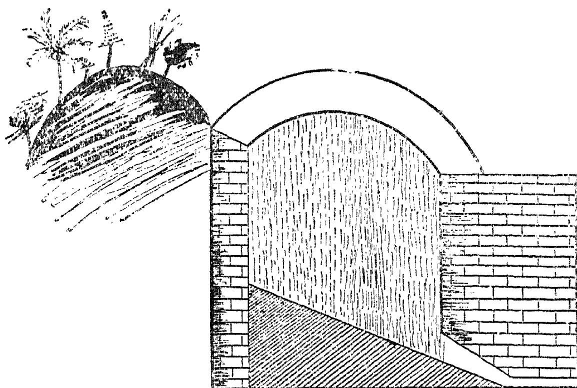
சம்பவம்:—பிராணவாயுவைப்போலவே கந்தகமும் அதிக அளவில் காணப்படுகிறது. அது தனிமையான நிலை மையில், ஸிஸிலி, இடலி, அமெரிக்க-ஐக்கிய-நாடுகள், ஜப் பான் முதலிய நாடுகளில் அதிகமாக அகப்படுகிறது. வங்காளக்குடாக்கடலிலுள்ள எரிமலைப் பிரதேச தீவிலும் (Barren Island) பலுசிஸ்தானத்திலுள்ள காலத் ராஜ்யத் திலும் வெகு அற்ப அளவில் கந்தகம் காணப்படுகிறது. அது விசேஷமாய் எரிமலைப்பிரதேசங்களிலேயே வேறொன் றோடுங் கலவாமல் தனிமையான நிலையிலகப்படும். கந்த

கைகளாகவும், கந்தகிகஜங்களாகவும் உலகத்தில் பல இடங்களில் அது அகப்படுகிறது. உலகத்திலுள்ள கந்தகச் சுரங்கங்களில் முக்கியமானவை அமெரிக்க ஐக்கிய மாகாணங்களிலுள்ள "லூசியானா" (Louisiana) "டெக்சாஸ்" (Texas) சுரங்கங்களே. உலகத்தில் ஒரு வருஷத்தில் செலவிடப்படுங் கந்தகத்தில் நூற்றுக்கு எண்பது பங்கு (ஒரு வருஷத்தில் 2,000,000 டன்) ஐக்கிய மாகாணங்களிலேயே தயாரிக்கப்படுகிறது. தனிநிலைமையிலகப்படும் கந்தகம் இருவகைப்படும். (1) கந்தகீயவகை; அணைந்த எரிமலைகளிலுள்ள வெடிப்புகளில் காணப்படுவது. (2) சிலாசத்துவகை (Gypsum Type) நிலக்கீல் (மண்தைலம்) சம்பந்தமுள்ள பொருள் சிலாசத்துடன் விகாரிக்க கால்சிய-கந்தகையுண்டாகலாம். இது தண்ணீராலும் கரியமில வாயுவாலும் தாக்கப்பட, அப்ஜனக-கந்தகை கந்தகம், சுண்ணாம்புக்கல் என்ற இம்மூன்றும் உண்டாகலாம். பூமியிலகப்படும் கந்தகைகளில் முக்கியமானவை:—(1) ஈயகந்தகச்சிலை.[1] (Galena PbS), (2) நாக கந்தகச்சிலை (Zinc blende ZnS), (3) இரஸ கந்தகச்சிலை அல்லது பவழ மனோசிலை (Cinnabar HgS), (4) இரும்பு-கந்தகச்சிலை (Iron pyrites FeS_2), (5) தாமிர கந்தகச்சிலை (Copper pyrites $CuFeS_2$), (6) செம் பாஷாண கந்தகச் சிலை அல்லது மனோசிலை (Realgar As_2S_2), (7) பொன் பாஷாண கந்தகச்சிலை, தாளகம் அல்லது அரிதாரம் (Orpiment As_2S_3) முதலியவை. சில இரும்பு கந்தகச் சிலைகள், மின்னுங் குணமுடையவையாயும் தங்கம்போன்ற நிறமுடையனவாயுமிருப்பதால், அவ்வகைக்கு ஆங்கிலத்தில் Fools' gold அதாவது "பேதையர் பொன்" என்பது பெயர்.

பூமியிலகப்படும் கந்தகிகஜங்களில் முக்கியமானவை:—(1) கர்ப்பூர சிலாசத்து (Gypsum $CaSO_4 2H_2O$),

[1] இதற்குக் 'கந்தகக்கலப்பியம்' என்ற பெயரும் தமிழ் அகராதியிற் காணப்படுகிறது.

(2) பாரக்கல் (Heavy spar $BaSO_4$), (3) எப்சம் உப்பு (Epsom Salt $MgSO_4 7H_2O$), (4) அன்னபேதி (Green vitriol $FeSO_4 7H_2O$) முதலியவை. இவைகளைத் தவிர, தாவர வஸ்துக்களிலும் பிராணிவர்க்க வஸ்துக்களிலும் கந்தகம் சிறிதளவில் காணப்படுகிறது. (உ-ம்.) வெங்காயம், வெள்ளைப்பூண்டு, கடுகு, உரோமம், அநேக எண்ணெய் கள், முட்டைவர்க்கங்கள், தசைப்பொருள்கள் (proteids) முதலியவைகளில் கந்தகம் இருக்கிறது. தேக ஆரோக் கியத்திற்குக் கந்தகம் முக்கியமானதென்று தெரியவரு கிறது. பல கனிஜ நீரூற்றுக்களிலும் (Mineral springs) அப்ஜனக-கந்தகை காணப்படுகிறது.



கந்தகச் சூளை

படம் 101

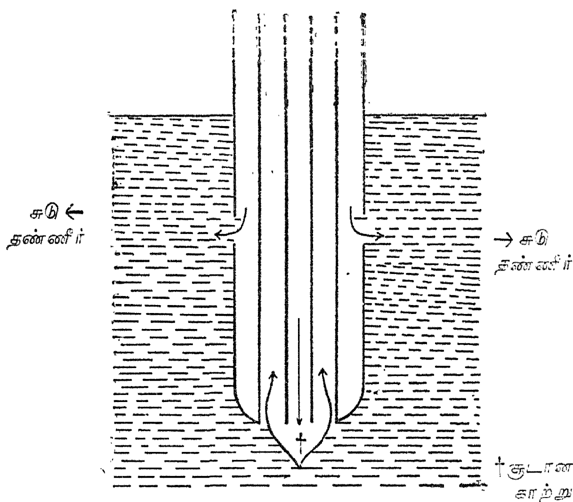
கந்தகத்தைத் தயாரித்தெடுத்தல்

ஸிஸிலி முதலிய எரிமலைப் பிரதேசங்களிலகப்படும் கந்தகத்தை வெட்டியெடுத்து, அத்துடன் கலந்திருக்கும் சிலாசத்து, சுண்ணாம்புக்கல், மண் முதலியவைகளினின்று

சுத்தஞ்செய்ய, வெட்டியெடுத்த கட்டிகளை இதற்கென்று தயாரித்த வட்டச் சூளைகளில் படத்தில் காட்டியபடி குவித்து அடியில் கொளுத்திவிடுகிறார்கள். சிறிதளவு கந்தகம் எரிபொருளாக உபயோகப்படுகிறது. எரியும் பொழுதுண்டாகுஞ் சூட்டினால் கந்தகமுருகி, சாய்ந்த தரையினடிவழியாக ஓடிச் சூளையின் ஓரத்திலமைக்கப்பட்டிருக்கும் குழியில் வந்து தங்கும். சூளை மூட்டி ஐந்து நாள் கழித்து, சூளையினடிப்பாகத்திலுள்ள அடைப்பானைத் திறக்க, உருகிய கந்தகம் சிறு மர அச்சுக்களில் வந்து நிரம்பிக் கட்டியாக மாறும். பின்பு இதுபோலவே நாள் தோறும் அடைப்பானைத் திறந்து, முதல் நாள் வந்து சேர்ந்த கந்தகத்தை வெளியேற்றுவார்கள். சென்ற ஆயிர வருஷங்களாக, இம்முறை, மாறுபடாமல் வழக்கத்திலிருந்துவருவது குறிப்பிடத்தக்கது; சீர்திருத்திய முறையிலும், சுமார் நூற்றுக்கு 25 பங்கு கந்தக நஷ்டம் ஏற்படுகிறது.

ப்ராஷ்-முறை (Frasch process):—லூசியானா முதலிய இடங்களில் மேற்கண்ட முறையைப் பலவிதங்களில் சீர்படுத்தியிருக்கிறார்கள். கந்தகமிருக்குமிடங்களில் நீண்ட குழாய்களை 102-வது படத்திற் காட்டியபடி பூமிக்குள் செலுத்தி ஆதி வெளிக்குழாயின் இடையே அதிகமாய்ச் சூடு செய்விக்கப்பட்ட நீராவியைச் செலுத்த, (165°ச-10-18 வாயு மண்டல அமுக்கங்கள்) சூட்டினால், கந்தகமுருகி நடுவே அமைந்திருக்கும் கிணற்றில் வந்துசேரும். உள் குழாயின்வழியாய்க் காற்றை அமுக்கிச் செலுத்த, மத்தியிலுள்ள குழாயின் வழியாய் உருகிய கந்தகமும் காற்றும் வெளியே வரும். மேல்வரும் உருகிய கந்தகத்தைப் பல தட்டுகளில் பாய்ச்சிக் குளிரவிட்டுப் பின்பு சிறு கட்டிகளாக உடைப்பார்கள். இவ்விதம் தயார் செய்த கந்தகம் மிகச் சுத்தமாயிருக்கும் (99·9%). இம்முறையை ப்ராஷ் (Frasch)

என்பவர் 1903-ம் ஆண்டில் முதலிற் கையாண்டார். சில சமயங்களில் இரும்பு கந்தகச் சில்லகளைக் காற்றுப்படாமல் சூடுசெய்ய, வெளிவரும் கந்தக ஆவியைக் குளிரச்செய்து கந்தகத்தைத் தயாரிக்கிறார்கள்.



கந்தகத்தைத் தயாரித்தல் (ஃப்ராஷ்-முறை)

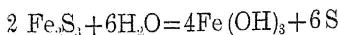
படம் 102

சில தொழில்முறைகளில் கந்தகம் ஓர் உப விளைவாகக் கிடைக்கிறது. (1) நிலக்கரியைச் சூடுசெய்து நிலக்கரி வாயுவைத் தயாரிக்குங்கால், அவ்வாயுவுடன் அப்ஜனக-கந்தகையும் (H_2S) வெளிவரும். அவ்வாயுக்கலவையை ஈரம்பொருந்திய இரும்புத் துருவின்மேற் செலுத்த, அப்ஜனக-கந்தகை நீங்கும்.



$$2Fe(OH)_3 + 3H_2S = Fe_2S_3 + 6H_2O$$

அங்குண்டாகிய அய-கந்தகையை (Iron sulphide) ஈரம்பொருந்திய காற்றுப்படவைக்க, கந்தகம் வெளிப்படும்.



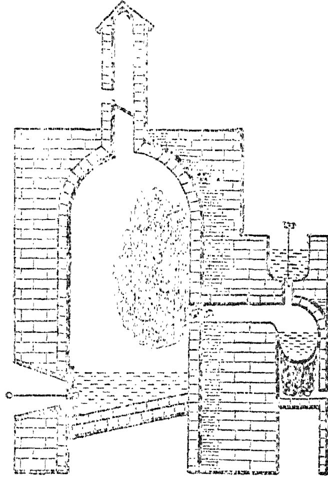
$$2\ Fe_2S_3+6H_2O=4Fe(OH)_3+6S$$

அக்கந்தகத்தைக் கரிகந்தகத் திராவகம் (CS_2) கொண்டு கரைத்தெடுத்துவிடலாம்; அல்லது எரித்துக் கந்தக-து்வி-பிராணையாக மாற்றிப் பலவிதங்களிலுபயோகிக்கலாம்.

(2) லெப்ளாங்க்-ஸோடா உப்புத் தயாரிக்குந் தொழிலில் (Leblanc's Soda industry) விளையும் க்ஷாரக்கழிவிலிருந்து (Alkali waste) சான்ஸ்-க்ளாஸ் முறைகொண்டு (Chance Claus ɔrocess) அதிக அளவில் கந்தகத்தைத் தயாரித்தனர். ஒவ்வொரு வருஷமும் சுமார் லக்ஷம் டன் கந்தகம் இம்முறையில் மீளப்பட்டது. க்ஷாரக் கழுவு பொருளைத் தண்ணீரில் தொங்கவிட்டு அதில் புகைபோக்கி வாயுவையாவது, சுண்ணும்புக்காளவாய் வாயுவையாவது செலுத்தினார்கள். அவ்வாயுவிலுள்ள கரியமிலவாயு க்ஷாரக் கழிவிலுள்ள கால்ஸிய-கந்தகையுடன் (Calcium sulphide) விகாரிக்க ($CaS+CO_2+H_2O=CaCO_3+H_2S$), அப்ஜனக-கந்தகை உண்டாகும். அதை முற்றிலும் எரிதற்கு வேண்டிய அளவிற்குக் குறைவாய்க் காற்றுடன் கலந்து அக்கலவையைச் சூடான அய-பிராணைமேல் (ஸ்பர்ச-கர்த்தா) செலுத்தக் கந்தகம் பிரியும். ($2H_2S+O_2=2H_2O+2S$). அல்லது அப்ஜனக-கந்தகையை எரித்துக் கந்தக-து்வி-பிராணையாக மாற்றி அதைக் கந்தகிகாமிலம் தயாரிப்பதற்குமுபயோகிக்கப்பட்டது. இதைப்பற்றிப் பின்னடி விவரிக்க நேரிடும்.

சுத்திசெய்தல் :—பக்குவமில்லாத கந்தகத்தை உரிய வாலையந்திரத்தில், 103-வது படத்தில் காட்டியபடி, சூடுசெய்ய, கந்தக ஆவி செங்கல்லால் கட்டப்பட்ட அறைகளில் கந்தகப் பூவாகப் (Flowers of Sulphur) படியும்.

இக்கந்தகப்பூவை உருக்கி, குளிர்விக்கப்பட்ட மரக்குழாய்களில் வார்த்துக் கந்தகக்குச்சிகளைத் தயாரிக்கலாம். அல்லது, அச்சுகளில் ஊற்றிக்குளிரவைத்துக் கந்தகக்கட்டிகளை உண்டாக்கலாம்.



கந்தகத்தைச் சுத்திசெய்தல்

படம் 103

உபயோகங்கள் :—கந்தகிகாமிலத்தைத் தயாரிக்க கந்தகம் அதிக அளவில் உபயோகப்படுகிறது. கந்தகிகாமிலத்தின் உபயோகங்கள் எண்ணிறந்தவை. "ஒரு நாட்டின் வளம் அங்கு உண்டாக்கப்படும் கந்தகிகாமிலத்தின் அளவைப் பொறுத்திருக்கிறது" என்று ஒரு பொருளாதார சாஸ்திர நிபுணர் சொல்லியிருக்கிறார். ஔஷதங்கள், சாயங்கள், எருக்கள், வெடிகுண்டு மருந்துகள், நெருப்புக்குச்சிகள், வாணங்கள், வல்கனைட் (Vulcanite)

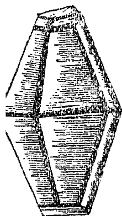
முதலிய அநேக சரக்குகள் தயாரிக்கும் முறைகளில் கந்தகம் உபயோகப்படுகிறது. கந்தக-துவி பிராணை, உரோமம் முதலியவைகளைச் சலவைசெய்ய உபயோகப்படுகிறது. ஸோடிய-கந்தசஜம் (Sodium Sulphite) பல பொருள்களை அழுகவிடாமல் காக்கக்கூடிய பொருள். அது ஒரு கிருமி நாசனி. கரிகந்தகத்திராவகம் முதலிய உபயோகமுள்ள பல கந்தகப் பொருள்களைத் தயாரிப்பதிலும் கந்தகம் உபயோகப்படுகிறது. கந்தகம் ஒரு நல்ல பூச்சி-கொல்லி. காளாண் முதலியவைகளைச் சாகடிக்கும். திராக்ஷைக் கொடி முதலிய செடிகொடிகளைப் பூச்சி அரித்துத் தின்னுமலிருக்க, அவைகளின்மேல் கந்தகப்பொடியைத் தூவுகிறார்கள். பிராணிகாணத்தாற் சிறிதளவு கந்தக-துவி-பிராணையும், சூர்யகிரணத்தாற் சிறிதளவு அப்ஜனக-கந்தகையும் உண்டாவது இதற்குக் காரணமாயிருக்கலாம். கால்ஸிய அம்லகந்தசஜம் (Calcium bisulphite) காகிதந் தயாரிக்கு முறைகளில் உபயோகப்படுகிறது. மின்சாரதரிசினியில் கந்தகத்தை ஒரு நல்ல நிரோதியாக அல்லது காப்பு-உறையாக (insulator) உபயோகிக்கிறார்கள். அமெரிக்காவில், தண்டவாளங்களுக்கடியிலுள்ள மரக்கட்டைகளை உருகிய கந்தகங்கொண்டு பக்குவப்படுத்துகிறார்களாம்.

பௌதிக குணங்கள் :—அநேகமாய், கந்தகம் வெளுத்த மஞ்சள் நிறமும், ஸ்படிகரூபமும், எளிதில் நொறுங்கக்கூடிய நிலைமையுமுள்ள திடப்பொருள். அது அனலுக்கும் உரைசுதலுக்கும் ஒருவகை மணம் வீசும். அது தண்ணீரில் கரையாது. ஆகையால் அதற்கு உருசியில்லை. கரிகந்தகத்திராவகம், சாராயம், சூடான பென்ஸீன், குளோரோபாம், கர்ப்பூரத்தைலம் முதலிய பல சேதனத்திரவங்களில் அது எளிதிற் கரையும். சூடு மின்சாரம் இவை செல்லுவதற்கு அது அவாஹியாகவே இருக்கிறதென்று சொல்லவேண்டும். ஆகிலும் அதை உரைச

அதில் நுண்மின்சாரம் கனமாய்ப் பிறக்கும். சாதாரண கந்தகத்தின் திண்மை இரண்டு. அதன் (கொதிநிலையில்) அணுபாரம் 256. அதன் பரமாணுபாரம் 32·06. ஆகையால் கந்தக அணுவை S_8 என்று குறிக்கவேண்டும். உஷ்ணத்தை அதிகரித்துக்கொண்டேபோய் அணுபாரங்களைச் சோதித்துக் கணக்கிட, கந்தகம் S_6, S_4, S_2, S (2000°க்கு மேல்) என்ற அணுஸ்திதியில் இருப்பதாகத் தெரியவருகிறது.

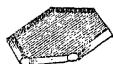
சூட்டினாலுண்டாகும் மாறுதல்கள்:—கந்தகம் —50°ச-ல் நிறமற்றதாயும், 30°ச-ல் வெளுத்த மஞ்சள் நிறமுள்ளதாயும், 100°ச-ல் அழுத்தமான மஞ்சள் நிறங்கொண்டதாயுமிருக்கிறது. அதைப் படிப்படியாய்ச் சூடுசெய்துகொண்டுபோக, 114°ச-ல் உருகி ஒரு துலக்கமுள்ள அம்பர் நிறங்கொண்ட திரவமாக மாறும். இன்னும் அதிகஞ் சூடுசெய்ய, நிறம் பழுப்பாகவும், கருஞ் சிவப்பாகவும் மாறிக்கொண்டேவந்து 162°ச-ல் தேன்போல் மாறும். இந்நிலையில் அது இருக்கும் பாத்திரத்தைத் தலைகீழாகக் கவிழ்த்தாலும், கந்தகப்பாகு ஓடிவந்து கீழே விழாது. 180°ச-ல் அதன் பசைத்தன்மை (Viscosity) நிரம்ப அதிகமாயிருக்கும். அது கறுப்பாகவுமிருக்கும். இன்னுஞ் சூடுசெய்ய, அதன் பசைத்தன்மை (260°ச முதல்) குறைந்துகொண்டேவந்து 400°ச-ல் நன்றாய் இளகி ஓடுபதமுள்ளதாகும். 444·6°ச-ல் (வாயுமண்டல அழுக்கம் 76 ச.மீ. ஆக இருக்கும்பொழுது) கொதித்து, மஞ்சள் கலந்த சிவப்புநிறமுள்ள ஆவியாய்ப் பரிணமிக்கும். இக் கொதிநிலையை ஒரு பிரமாணமாக எடுத்துக்கொண்டு பல உஷ்ணமானிகளைத் திட்டப்படுத்துகிறார்கள். இவ்விதஞ் சூடுசெய்த கந்தகத்தைப் படிப்படியாய்க் குளிரும்படிச் செய்ய, முன்பார்த்த மாறுதல்கள்யாவும் தலைகீழாக நடக்கும்.

பஹுரூப பேதங்கள் :—கந்தகம் பல ரூபபேதங்களில் தோன்றுந் தன்மையுடையது.









சமசதுர்புஜ கந்தகம் — ஏககோணமைய, அல்லது பட்டை ஆகார கந்தகம் — மூத்து-கந்தகம் — தகட்டு-கந்தகம்

கந்தகத்தின் பஹுரூப பேதங்கள்

படம் 104

ஸ்படிக கந்தக வகைகள் :—(1) சமசதுர்புஜ-கந்தகம் (Rhombic or ∝ Sulphur). சாதாரண உஷ்ண நிலையில் நிலையுள்ளதாயிருப்பது இக்கந்தக பேதமே. இதைச் சாய்சதுரக் கந்தகமென்றுமழைக்கலாம். இதை நல்ல ஸ்படிக வடிவங்களில் தயாரிக்க, கந்தகத்தைக் கரிகந்தக திராவகத்தில் கரைத்து, வடிகட்டி, விலயனத்தைச் சாதாரண உஷ்ணநிலையில் ஆவியாய்ப் பரிணமிக்கவிட, ஸ்படிகங்கள் படிந்துநிற்கும். பூதக்கண்ணாடிகொண்டு சோதிக்க உருவம் தெளிவுபடத் தெரியும். அவைகளின் உருவங்களை 81-வது பக்கத்தில் முன்பே காட்டியுள்ளோம். சதுர்புஜ கோபுரம்போல் ஸ்படிக வடிவங் காணப்படுகிறது. இதன் திண்மை 2·06. அதைச் சட்டென்று சூடிட, அது 114·5°ல் உருகும். அதன் நிறம் மஞ்சள். அது கரிகந்தகத்திராவகத்தில் எளிதிற்கரையும். அதை S_i என்று சௌகரியத்தின்பொருட்டுக் குறிப்பிடுவோம். சாதாரண உஷ்ணநிலையில் நிலையுள்ளதாயிருப்பது இச்சமசதுர்புஜ-கந்தகமே. வியாபாரமுறையிற் கிடைக்கும் குச்சிக் கந்த

கத்தியில் அல்லது உருட்டுக் கந்தகத்தில் (Roll Sulphur) இவ்வகை கந்தகமே அநேகமாய் முற்றிலுமுளது. (கந்தகப் பூவிற் பெரும்பாகமும் அதுவே. அங்கு அதனுடன் கரி கந்தகத்திராவகத்திற் கரையாத உருவற்ற வெள்ளை கந்தக வகை கலந்திருக்கும்.) இவ்விருவகைகளும் தோற்றபேதங்களல்ல. இவை வியாபார ரகங்களேயாகும். 95·6°-க்கு மேல் அது நிலையற்றதாகி, வேறுவிதமாகப் பேதித்து நிற்கும்.

(2) மேற்கண்டபடி பேதித்து நிற்கும் கந்தகத்திற்கு "ஏககோணமைய-கந்தகம்". (Monoclinic or β Sulphur) அல்லது "பட்டைக் கந்தகம்" (Prismatic Sulphur) என்று பெயர். இதைக் கூர் உருக்கந்தகமென்று மழைக்கலாம். இதை 1823-ம் ஆண்டில் மிட்சர்லிச் கண்டு பிடித்தார். ஒரு மூசையில் கந்தகத்தை உருக்கிக் குளிர விடு. மேலே ஏடு படிந்தவுடன், ஏட்டை இரு இடங்களில் ஒரு குச்சியால் குத்தி, உள்ளிருக்குந் திரவத்தை வெளியே ஊற்றிவிடு. மூசையினுட்புறத்தைச் சோதித்துப்பார்க்க, அநேக நீண்ட ஊசிபோன்ற ஸ்படிகங்கள் காணப்படும். இந்த பேதத்தை S_{β} என்றே குறிப்போம். கொதிநீரில் வெகுநேரம் சதுர்புஜ-கந்தகத்தைச் சூடுசெய்ய அது பட்டைக் கந்தகமாக மாறும். இதை வேறுவிதத்திலும் செய்யலாம். சோதனைக் குழாயில் சிறிதளவு குச்சிக் கந்தகத்தைக் கவனமாகவும் மெதுவாகவுஞ் சூடுசெய் (உருகுநிலைக்கு மேற்பட்ட அளவிற் சூடுசெய்யக்கூடாது). வடிதாளை வடிகட்டுதலுக்கு உபயோகிக்குமாறு மடித்து அதில் மேற்கண்ட திரவக்கந்தகத்தை ஊற்றிக் குளிரவிடு. மேலே ஆடைபடிந்தவுடன் வடிதாளைப்பிரித்து அதில் நிற்கும் திரவத்தை வெளியேற்றிவிட, தாள்மேல் ஊசிபோன்ற சிறந்த ஸ்படிகங்கள் காணப்படும். இந்த ஸ்படிகங்கள் நிறமற்றவையென்றே சொல்லவேண்டும். இக்கந்தக பேதத்தின் திண்மை 1·96. உருகுநிலை 119·25°ச. கரி கந்தகத் திராவகத்தில் கரையும். (இவ்விலயனத்திலிருந்து

சதுர்புஜ-கந்தகமே விளையும்). இக்கந்தகம் 95·6°ச-க்குக் கீழுஷ்ண நிலையில் நிலையற்றது. 95·6°ச-க்குக் கீழுஷ்ண நிலைக்குக் குளிர, இது சதுர்புஜ கந்தகமாக மாறிக்கொண் டேவரும்.

95·6°ச உஷ்ண நிலைக்குக்கீழே சதுர்புஜ-கந்தகமும், அதற்குமேலே, பட்டைக் கந்தகமும் நிலையுள்ளவை யென்று குறித்தோமல்லவா? ஆகையால் இவ்வுஷ்ணநிலை S_1, S_2, கந்தகங்களின் "பெயர்ச்சி உருநிலையாம்" (Transition temperature). 95·6° ஆகிய இப்பெயர்ச்சி உஷ்ணநிலையில் S_1, S_2, என்ற இரு கந்தகங்களும் நிலையுள் ளவை. அந்நிலைக்குமேல் S_i கந்தகமும், அந்நிலைக்குக்கீழ் S_{ii} கந்தகமும் நிலையற்றவை.

1884-ம் வருஷம் கெர்னெஸ் (Gernez) என்பவர் கந் தகத்தை 150°ச-க்குச் சூடுசெய்து, பின் 98°ச-க்குக் குளிர வைத்து, அதைக் கண்ணுடிக் குச்சிகொண்டு கொள்கலத் தின் பக்கங்களில் தேய்க்க, மினுமினுப்பான ஊசிபோன்ற ஸ்படிகங்கள் வெளிவருவதைக் கண்டார். அக்கந்தகத் திற்கு "முத்துக் கந்தகம்" (Nacreous Sulphur) என்று பெயர். அதை S_{iii} என்று குறிப்போம். இவ்வகை கந்த கத்தை 1823-ம் ஆண்டில் மிட்சர்லிச் கீழ்க்கண்ட முறையி லும் அடைந்தார்:—ஸோடிய-கந்தகையைச் சாராயத்திற் கரைத்து, அவ்விலயனத்தில் கந்தகத்தைப் பூரணமாகக் கரைத்து, வடிகட்டி, வடிதிரவத்துடன் சிறிதளவு சாராயத் தைக் கலந்து, சிறிதுநேரம் வைத்துவைக்க, ஊசிபோன்ற முத்துக்கந்தக ஸ்படிகங்கள் விலயனமட்டத்திலிருந்து வளரும்.

மேற்படிமுறையில், உஷ்ணநிலை சுமார் 5°ச ஆக இருக் கும்பொழுது "தகட்டுக் கந்தகம்" (Tabular Sulphur) என்று இன்னொரு ஸ்படிகவகை விளைவதை முத்மன் (Muthmann 1890) என்பவர் கண்டார். இதை S_{iv} என்று குறிப்போம்.

S_{iii}, S_{iv} இவ்விரண்டும் S_{ii} வர்க்கத்தைச் சேர்ந்தவை; ஆனால் இவை நிலையற்றவை. உஷ்ணநிலைக்கேற்றவாறு S_i, S_{ii} வகைகளுக்கு மாறிவிடும். இவற்றைத்தவிர வேறு சில ஸ்படிகவகைகளும் உளவாம்.

அஸ்படிக கந்தக வகைகள் (Amorphous Varieties)

கந்தகத்தைக் குறைந்த உஷ்ணநிலையில் சூடுசெய்து, குளிர்ந்த தண்ணீரிலூற்றித் திடீரென்று குளிர்விக்க, (அநேகமாய் முற்றிலுங் கரிகந்தகத் திராவகத்தில் கரையுந் தன்மை-யுள்ள) ஸ்படிகக் கொத்தாக (S_{ii} வகை) அது காணப்படும். ஆனால் கந்தகத்தை உருக்கிக் கொதிக்கவிட்டுத் திரவத்தைக் குளிர்ந்த தண்ணீரில் ஊற்ற, பாகுபோன்ற கந்தகமுண்டாகும். இதற்குப் "பாகு-கந்தகம்" அல்லது "களிகந்தகம்" (Plastic Sulphur) என்று பெயர். இதை S_v என்று குறிப்போம். இது அநேகமாய்க் கரிகந்தகத் திராவகத்திற் கரையாது. அதைத் தொட்டு அழுக்கிப் பார்த்தால் பிசின்போல் ஒட்டிக்கொள்ளும். அது ஸம்பூரணமாய்க் குளிர்விக்கப்பட்ட திரவம் (Super-cooled liquid)—கண்ணாடியும் அம்மாதிரியான பொருளே. அதன் திண்மை 1·96. பாகு-கந்தகம் சில நாட்களில் மெல்லமெல்ல S_i ஸ்படிக கந்தகமாக மாறும்.

கந்தகத்தை உருக்கினால், $S\lambda$, Su, என்ற இருவகை கந்தகமுண்டாகும். $S\lambda$ என்ற வகை வெளுத்த அம்பர் நிறமுடையது. ஓடு பதங்கொண்டது (mobile). கரிகந்தகத் திராவகத்தில் கரையும்: 160°ச வரை நிலையிலுள்ளது. 160°ச-க்குமேல், திரவகந்தகத்தில் Su பாகமே அதிக அளவிலுள்ளது. அது பாகுபோன்றது. அதன் நிறம் கறுப்பு; கரிகந்தகத்திராவகத்திற் கரையாது. கந்தகத்தைச் சூடு செய்யுங்கால் தோன்றும் மாறுதல்கள் $S\lambda$, Su என்ற வகைகளின் அளவுகளைப்பொறுத்தன. $S\lambda \rightleftarrows Su$.

கந்தசாமிலத்தில் அப்ஜனக - கந்தகையைச் செலுத்தினாலும், அல்லது நன்றாய்க் குளிர்விக்கப்பட்ட கந்தகி

காமிலத்தில் ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜபூரித விலயனத்தைச் சேர்த்தாலும், "கோழை-கந்தகம்" (Colloidal Sulphur) உண்டாகும்.

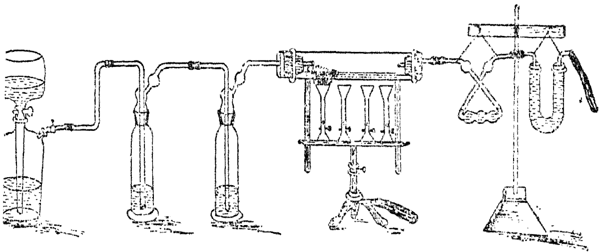
நீற்றின சுண்ணும்பையும் கந்தகத்தையும் தண்ணீருடன் கொதிக்கவிட்டு வடிகட்ட, வடிதிரவத்தில் கால்ஸிய-பஹு-கந்தகை (Calcium polysulphide) கரைந்து நிற்கும். இத்துடன் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமில விலயனத்தைச் சேர்க்க, வெளுத்த கந்தகம் மெதுவாகப்பிரிந்து படியும். இதற்குக் "கந்தகப் பால்" (Milk of Sulphur) என்று பெயர்.

கந்தகத்தின் பஹு-ரூப-பேதங்களின் குணங்களை அடியிற்கண்ட ஜாப்தாவில் தாரதரித்துப் பார்ப்போம்.

தொகை	வகை	கரிகந்தகத் திராவகத்தில்	தண்ணீரில்	எடை	வேறு பெயர்கள்
ஸ்படிக ரூபமுள்ளவை	சமசதுர்புஜ	கரையும்	கரையாது	2.06	அஷ்டமுக கந்தகம். S_{i}
	ஏக-கோணமைய ஊசிகள்	கரையும்	கரையாது	1·96	பட்டை ஆகார கந்தகம் S_{ii}
	ஷை முத்துப் போன்றது.	கரையும்	கரையாது	—	முத்து-கந்தகம் S_{iii}
	ஷை (தகடுகள்)	கரையும்	கரையாது	—	தகட்டு-கந்தகம் S_{iv}
கோழை போன்றவை	அஸ்படிக	கரையும்	கரையாது	—	
	அஸ்படிக	கரையாது	கரையாது	1·95	
	கரைகிற	கரையும்	கரையும்	—	

ஸ்திதி	வகை	கரிகந்தகத் திராவகத்தில்	தண்ணீரில்	[illegible]	வேறு பெயர்கள்
திரவ ஸ்திதியில்	ஸ்படி கரிக்கும்	கரையும்	கரையாது		திட ஸ்திதிக்கு மாற ஸ்படிக, அஸ்படிக வகைகளாக மாறும்.
	ஸ்படி கரிக்காத	கரையாது	கரையாது		திட ஸ்திதிக்கு மாற, கரையாத அஸ்படிக வகையாக மாறும்.

இவை யாவும் கந்தகமென்ற ஒரே தனிப்பொருளின் பேதங்களே. இவை ஒவ்வொன்றிலும் ரஸாயனத் தனிப் பொருளொன்றே அமைந்திருக்கிறது என்பதை உருசுப்



கந்தகத்தின் பஹுரூப பேதங்கள் எல்லாவற்றிலும் கந்தகம் என்னும் ஒரே ரஸாயனத் தனிப்பொருளே அமைந்துள்ளது என்பதைக் காட்டும் உபகரணம்

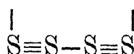
படம் 105

படுத்த முடியுமா? 105-வது படத்திற் காட்டியபடி ஒரு தகனக்குழாயில் எடை தெரிந்து அளவில் மேற்கண்ட கந்தக வகைகளில் ஒவ்வொன்றையு மெடுத்துக்

கந்தகத்தின்மேல் சுத்திசெய்விக்கப்பட்ட பிராணவாயுவைச் செலுத்திக்கொண்டே அதைச் சூடுசெய்து, வெளிவருங் கந்தக-துவி-பிராணையை எடைகட்டிய குழாயிலிருக்கும் பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணையால் உறிஞ்சச் செய்து, கந்தகம் முழுவதும் பிராணையாக மாறியபின், அவ்வுறிஞ்சு குழாயை நிறுத்து, விகாரத்திலுண்டான கந்தக-துவி-பிராணையின் நிறையைக் கண்டுகொண்டு, ஒவ்வொரு கந்தக வகையிலும் 32 கிராம் கந்தகம் எவ்வளவு நிறையுள்ள பிராணையைக் கொடுக்குமென்று கணக்கிட, 64 கிராம் கந்தக-துவி-பிராணையை ஒவ்வொரு வகையுங் கொடுப்பதைக் காண்பாய். அதாவது ஒரே நிறையுள்ள எக்கந்தக வகையும் ஒரே நிறையுள்ள கந்தக-துவி-பிராணையைக் கொடுக்கும். ஒரே தனிப்பொருள் பல உருவங்களில் வித்தியாச குணமுடையதாயிருக்குந் தன்மைக்கே "சமரூபாந்தரம்" அல்லது "பஹு-ரூபத்வம்" (allotropy) என்று பெயர். இந்த ரூபபேதம் அணுமண்டலத்தில் பரமாணுக்கள் வெவ்வேறுவிதமாக அமைந்திருப்பதாலுண்டான காரணத்தாலிருக்கலாம். 1908-ம் வருஷம் ஏர்ட்மன் (Erdman) என்பவர் S_i, S_{ii} இவ்விரண்டுவித கந்தகங்களின் அணுஅமைப்புக்களை அடியிற் கண்டவாறு காட்டினர். ஆனால் இது வெறுஞ் சங்கற்பமே.



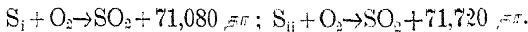

பட்டை ஆகார கந்தகம்.

சம சதுர்புஜ-கந்தகம்.

கரைகந்தகவகை எட்டுப் பரமாணு வளையங்கள் கொண்ட அணுத்திரள் என்றும் கரையாக்கந்தகத்தில் பரமாணுக்கள் சரடுகளாக அமைந்துள என்றும் சில பெயராளிகளின் கொள்கை. ஒரு ரூபம் மற்றொன்றாய் மாறும்பொழுது ஒருவித சக்தி பேதமுண்டாகிற தென்று ஓஸோனைப் பற்றிய அத்தியாயத்தில் கண்டோமல்லவா?

அதே விதமாகப் பலகந்தக வகைகளிலுள்ள சக்திபேதங் களினாலேயே தோற்றபேதமேற்படலாம்.



$$S_i + O_2 \rightarrow SO_2 + 71{,}080 \text{ கா} ; \quad S_{ii} + O_2 \rightarrow SO_2 + 71{,}720 \text{ கா.}$$

அதாவது 32. கி S_i கந்தகம் S_{ii} கந்தகமாக மாறுவதற்கு 640 தாபாங்கங்கள் உட்கொள்ளப்படவேண்டும். அணுவிலுள்ள சக்தி பேதத்தால், தோற்றபேதம் ஏற்படலாமென்ற விவரணம் சரியாகவே தோன்றுகிறது. பஹுரூப விகாரத்தைக்காட்டும் வகைகளில் சாதாரணமாய் நாம் காணும் பொருளை ஆதாரமாகக் கொண்டு, மற்றவைகளை அதன் ரூபபேதங்களென்று சொல்லுகிறோம். உதாரணமாக, ஓஸோன் பிராணவாயுவின் பேதமென்றும், லேகலோகமும், வைரமும் கரியின் பேதங்களென்றும், மற்ற எல்லாக் கந்தகவகைகளும் சம சதுர்புஜ கந்தகத்தின் பேதங்களென்றுஞ் சொல்லுகிறோம்.

[சம சதுர்புஜகந்தகம் பட்டை ஆகாரகந்தகமாக மாறுதலுக்கும் அதற்கெதிரான மாறுதலுக்கும் ஒரு திட்டமான உஷ்ண நிலை (95·6°) இருக்கிறதென்று குறிப்பிட்டோமல்லவா? இது போன்ற தோற்ற பேதத்திற்குப் 'பிரதி சலன சம ரூபாந்தரம்' அல்லது 'மாறுசெல்லும் தோற்றபேதம்' அல்லது 'எதிர்முக தோற்றபேதம்' (Enantiotropic allotropy) என்றும், மாறுதலுக்கான திட்ட உஷ்ண நிலையில்லாத சந்தர்ப்பத்திலுள்ள தோற்ற பேதத்திற்கு "சலன சமரூபாந்தரம்" (Dynamic allotropy) என்றும், எதிரிடை மாறுதலேற்படாமற் போனால் அத்தோற்ற பேதத்திற்கு "ஏகசலன சமரூபாந்தரம்" அல்லது 'ஒரு முகத்தோற்ற பேதம்' (Monotropic allotropy) என்றுஞ் சொல்லுவோம்.]

ரஸாயன குணங்கள் :—கந்தகம் வலுவாய் எரியுந் தன்மையுள்ளது. அது காற்றிலும் பிராண வாயுவிலும் வெளுத்த நீல நிறச் சுடருடன் எரிந்து, கந்தக-துவி-பிராணையாக மாறும். அங்கு சிறிது கந்தக-த்ரி-பிராணையுமுண்டாகும். அது எரியும்பொழுதுண்டாகும் வாசனை "கந்தகத் தீக்குச்சி" எரியும்பொழுது உண்டாகும் வாசனையை யொத்

ததாக விருக்கும். இவ்வாசனை நம்மனைவருக்குந் தெரிந் ததே. அது பல உலோகங்களுடனும் அலோகங்களுட னும் ஐக்கியமாகிக் கந்தகைகளைத் தரும்.

(உ.-ம்.) கந்தகம் கொதிக்கும்பொழுது தாமிரத் துணுக்குகளை அதன் மேல் போட, ஒரு வித ஒளியுண்டா குமென்பதை முன்பே குறிப்பிட்டோம். (பக்கம் 88.) கந்தகமும் நாகப்பொடியுஞ் சேர்ந்த கலவையை ஒரு சூடான கண்ணாடிக் கோலால் தொட, கலவை பற்றி எரியும். இரும்புப்பொடி-கந்தகக்கலவையைச் சூடு செய்ய அயச-கந்தகை விளையும். (பக்கம் 86).

$Cu + S \rightarrow CuS$ (கறுப்பு நிறமுள்ள தாமிர-கந்தகை Copper Sulphide)

$Zn + S \rightarrow ZnS$ (வெள்ளை நிறமுள்ள நாக-கந்தகை Zinc Sulphide)

$Fe + S \rightarrow FeS$ (கறுப்பு நிறமுள்ள அயச-கந்தகை Ferrous Sulphide)

மாக்னீஸியப் பொடியையும் கந்தகப் பூவையையும் சேர்த்துக் கலவையை முன்போல் சூடு செய்தாலும், அல்லது கொளுத்திவிட்டாலும், கண் கூசும்படியான வெளிச்சத்துடன் கலவை ஜ்வாலைமயமாய்க் காணப்படும்.

$Mg + S \rightarrow MgS$ (வெள்ளை நிறமுள்ள மாக்னீஸிய-கந்தகை Magnesium Sulphide.)

கந்தகம் அப்ஜனகத்துடன் ஐக்கியமாகி அப்ஜனக-கந்தகையும் (Hydrogen Sulphide H_2S), கரியுடன் ஐக்கியமாகிக் கரிகந்தகத் திராவகத்தையும் (Carbon disulphide CS_2), ஹரிதகத்துடன் ஐக்கியமாகி, தயாரிக்கும் முறைக் கொத்தவாறு, கந்தக-ஏக-ஹரிதகையையும் (Sulphur monochloride S_2Cl_2), கந்தக-துவி ஹரிதகையையும் (Sulphur dichloride SCl_2), கந்தக-சதுர்-ஹரிதகையையும் (Sulphur tetrachloride SCl_4) கொடுக்கும். வெடி

மருந்தென்பது, கரி, கந்தகம், வெடியுப்பு என்பன சேர்ந்த கலவை. கந்தகம் அமிலங்களிற் கரையாது: க்ஷாரவிலயனங்களிற் கரைந்து கந்தகைகளையும் கந்தகோ-கந்தகிகஜத்தையுந் தரும்.

கந்தகத்தின் பரமாணுபாரம் :— ஸ்டாஸ் (Stas) என்பவர் எடை தெரிந்த சுத்தி செய்விக்கப்பட்ட வெள்ளியின் மேல் கந்தக ஆவியைச் செலுத்தி, அங்குண்டாகிய இரஜத-கந்தகையை (Silver Sulphide) நிறுத்துக்கணக்கிட, 107·88 எடை வெள்ளி 16·035 எடை கந்தகத்துடன் ஸம்யோகிக்குமென்று கண்டார்.

எனவே அதன் சமான எடை 16·035. கந்தகப் பொருள்களின் அணுக்களில், ஓரணுவில் குறைந்து காணப்படும் கந்தகத்தின் எடை 32·06. ஆகையால் கந்தகத்தின் பரமாணுபாரம் 32·06($2 \times 16{\cdot}035$).

அப்ஜனக-கந்தகைகள் (Hydrogen Sulphides)

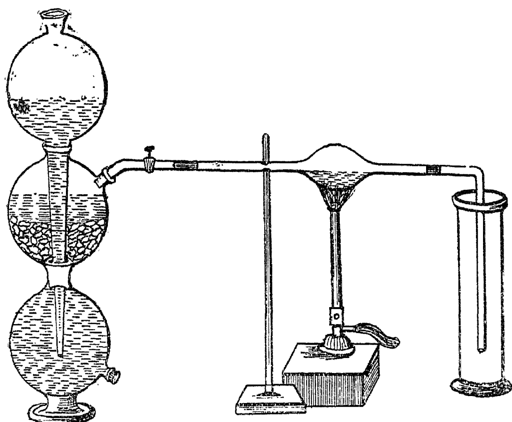
அப்ஜனகமும் கந்தகமும் ஐக்கியமாகி மூன்று கந்தகைகளைத் தருகின்றன. (1) அப்ஜனக-கந்தகை H_2S. (2) அப்ஜனக-பர-கந்தகை H_2S_2. (3) அப்ஜனக-த்ரி-கந்தகை H_2S_3.

அப்ஜனக-கந்தகை H_2S (Hydrogen Sulphide)

சரித்திரம் :— ரஸவாதிகளுக்கு அப்ஜனக-கந்தகை தெரிந்த பொருளே. அதன் விலயனத்தைத் "தெய்விக நீர்" (Divine Water) என்று அழைத்துவந்தனர். ஷீலே என்பவர் 1777-ம் வருஷத்தில் அதன் குணங்களைச் சோதனை செய்தார்.

சம்பவம் :— அநேக நீரூற்றுக்களிலும் சில சேதனப் பொருள்கள் அழுகும்பொழுது வெளிவீசும் வாயுவிலும், எரிமலை எரியும்பொழுது உண்டாகும் வாயுவிலும் அது காணப்படும். முட்டை அழுகி நாறுவது அப்பொருளுண்டாவதாலேயே.

தயாரிக்கும் முறைகள் :— அதை நான்கு முறைகளில் தயாரிக்கலாம்.



அப்ஜனக-கந்தகையைத் தயாரித்தல் நேர்-ஸம்யோக முறை

படம் 106

(1) **நேர்ஸம்யோகம் :—** தகனக்குழாயிலுள்ள கந்தகத்தைச் சூடுசெய்து அதன்மேல் அப்ஜனகத்தைச் செலுத்தி, வெளிவரும் வாயுவை ஸீஸ-சாராயிகஜ விலயனத்தில் (Lead acetate) குமிழிடவிடு. விலயனங் கறுப்பாக மாறி ஸீஸ-கந்தகை அவபதிக்கும். இது ஒரு விபரீத விகாரமாகையால், இது ஒரு நல்ல முறையல்ல.

அப்ஜனகமண்டலத்தில் கந்தகத்தைக் கொதிக்கவிட, அப்ஜனக-கந்தகை விளையும். விகாரமிச்ர வாயுவை 450°ச சூட்டிலுள்ள நிக்கலப்பொடியின்மேல் செலுத்த, ஸம்யோகம் முற்றிலும் நிகழும். வெளிவரும் வாயுவை இங்கால-துவி-பிராணைக் கட்டிகளிற் குளிர்விக்க, மிகச் சுத்தமான அப்ஜனக-கந்தகையைத் திரவமாக அடையலாகும்.

S (திடப்பொருள்) + H_2 (வாயு) $\rightleftarrows$ H_2S (வாயு) + 2730தா. உஷ்ணம் 500°ச-க்கு மேற்பட்டிருக்க, கீழம்பு

நுனிகாட்டும் விபரீத விகாரம் நடக்கத்தொடங்கும்! ஏனெனில், மேற்கண்ட ஸம்யோகம் உஷ்ணம்-வெளியிடும்-விகாரம். இவ்வியோக விசேஷம் 700° ச-ல் 2·5% அளவிலும் 1700° ச-ல் 75% அளவிலும் நடைபெறும்.

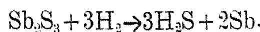
(2) **அப்ஜனகப் பொருளுடன் கந்தகத்தைச் சேர்த்து விகாரித்தல் :—**வெள்ளை மெழுகையுங் கந்தகத்தையுஞ்சேர்த்து ஒரு சோதனைக் குழாயில் சூடு செய்து வெளிவரும் வாயுவை ஸீஸ-சாராரிகஜக் காகிதத்தால் (lead acetate paper) சோதி. காகிதம் கறுக்கும்.



$$C_nH_{2n+3}+S \rightarrow C_nH_{2n}+H_2S.$$

இதுவுஞ் சரியான முறையல்ல.

(3) **கந்தகப் பொருளை அப்ஜனகத்தால் தாக்குதல் :—**அஞ்சன-கந்தகையைச் (antimony sulphide) (106-வது படத்தில் காட்டிய உபகரணத்தை உபயோகிக்கவும்) சூடுசெய்து அதன்மேல் அப்ஜனகத்தைச் செலுத்தச் சிறிதளவு அப்ஜனக-கந்தகையுண்டாகும்.

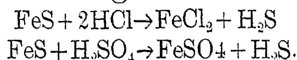


$$Sb_2S_3+3H_2 \rightarrow 3H_2S+2Sb.$$

இம்முறையுஞ் சரியல்ல.

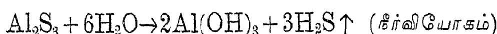
(4) **கந்தகப் பொருளை அப்ஜனகப் பொருளுடன் சேர்த்துத் தயாரித்தல் :—**

பொதுவாக, எக்கந்தகையையும் அமிலத்துடன் சேர்க்க அப்ஜனக-கந்தகை வெளிவரும்; அயச-கந்தகையை ஒரு சோதனைக் குழாயில் எடுத்து, அதன்மேல் நீரிட்ட அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தை வார். உடனே துர்நாற்றமுள்ள அப்ஜனக-கந்தகை வெளிவருவதைக் காண்பாய். கிப் யந்திரத்தில் அயச-கந்தகையை நடுக்குண்டில் எடுத்து, நீரிட்ட கந்தகிகாமிலத்துடன் சேர்த்து, அப்ஜனக-கந்தகையை வேண்டிய அளவில் தயாரித்துக்கொள்ளலாம். ஆனால் இந்த வாயு சுத்தமாயிருக்காது. சிறிதளவு அப்ஜனகமும் வேறு சில பொருள்கள் சேர்ந்தும் இருக்கும்.



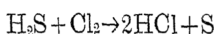
$$FeS+2HCl \rightarrow FeCl_2+H_2S$$
$$FeS+H_2SO_4 \rightarrow FeSO4+H_2S.$$

அஞ்சன-கந்தகையைச் சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமி லத்துடன் சேர்த்துச் சூடுசெய்ய, சுத்தமான அப்ஜனக-கந்தகை உண்டாகும். அதைக் கால்ஸிய-ஹரிதகை மூலமாய்ச் செலுத்தி, அதிலுள்ள ஈரத்தை வாங்கிவிடலாம். (சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தை உபயோகிக்கக்கூடாது. ஏனென்றால் அப்ஜனக-கந்தகை ஒரு வீரிய க்ஷயகாரி. பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணையை உபயோகிப்பதும் சரியன்று.) கால்ஸிய பேரிய கந்தகைகளை நீரிட்ட அமிலங்களுடன் சேர்த்து, சுத்த அப்ஜனக-கந்தகையைத் தயாரிக்கலாம். அலுமீனியத்தைக் கந்தகத்துடன் கலந்து சூடு செய்ததால் உண்டான அலுமீனிய-கந்தகையைத் தண்ணீருடன் சேர்க்கச் சுத்தமான அப்ஜனக-கந்தகை வெளி வரும். இது ஒரு நல்ல முறை.



$$Al_2S_3 + 6H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3 + 3H_2S \uparrow$$ (நீர்வியோகம்)

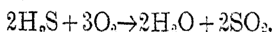
பௌதிக குணங்கள் :—அப்ஜனக-கந்தகை ஒரு நிறமற்ற, அழுகிய முட்டைபோல் துர்நாற்றமுடைய வாயு. அப்ஜனக-கந்தகைத் திரவத்தின் கொதிநிலை—60° ; திடஸ்திதியிலுள்ளதின் உருகு நிலை—83° : அது தண்ணீரில் கரையக்கூடியது. 100 பங்கு தண்ணீரில் அதன் கரைமானம் (பருமஅளவில்) 0°ல் 4·37, 10°ல் 3·58, 20°ல் 2·91. ஆகையால் அதைத் தண்ணீருக்குமேல் சேகரிப்பது முறையல்ல. அது பாதரஸத்தையும் சிறிதளவில் பாதிக்கிறது. அது ஒரு கொடிய விஷம். காற்றில் 800-ல் ஒருபங்கு அது அமைந்திருக்க, அக்காற்றை யுட்கொண்டால் நாய்கள் இறந்துவிடும் ; 1500-ல் ஒரு பங்கிருக்க, பக்ஷிகள் இறந்து விடும். அதைச் சுவாசித்தால் இரத்தம் தடித்துக் கறுக்கும். அவ்விஷத்திற்கு மாற்று ஹரிதக விலயனத்தை உட்கொள்ளல். காற்றில் அவ்வாயு செறிந்திருந்தால், கொஞ்ச ஹரிதக வாயுவை விட, அது கெடும்.



$$H_2S + Cl_2 \rightarrow 2HCl + S$$

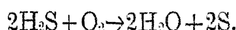
ரஸாயன குணங்கள் :—அதைச் சூடுசெய்தால் அது சிறிதளவு வியோகிக்கும். $H_2S \rightleftarrows H_2 + S$

அப்ஜனக-கந்தகை உஷ்ணம் வெளிவிட்ட பொருளாகையால் அதன் வியோகம், உஷ்ணம் அதிகரித்தலுடன் அதிகமாகும். 627°ல் 2·3%, 1137°ல் 31·7%, 1727°ல் 76·1% அளவில் அது வியோகிக்கும். அது எளிதில் க்ஷார விலயனங்களில் கரையும். அது ஒரு எரிபொருள். ஆனால் அது எரிதலுக்குச் சாதகமாயிராது. எரியும் மெழுகுவத்தியை அதில் தாழ்த்த மெழுகுவத்தி அணைந்துவிடும். அப்ஜனக-கந்தகையும் பிராணவாயுவுங் கலந்த வாயுக்கலவை வெடியுடன் எரியும்;



$$2H_2S + 3O_2 \rightarrow 2H_2O + 2SO_2.$$

போதுமான காற்றாவது, பிராண வாயுவாவது இல்லாத தருணங்களில், நீராவியும் கந்தகமுமே உண்டாகும்.



$$2H_2S + O_2 \rightarrow 2H_2O + 2S.$$

அப்ஜனக-கந்தகை விலயனம் நிலையுள்ளதல்ல. அது காற்றுப்பட வைக்கப்பட்டால், பிராணிகரண முண்டாகிக் கந்தகம் அவபதித்து மிதக்கும். அதனால் தண்ணீர் சற்று வெண்மை கொள்ளும்.

அப்ஜனக-கந்தகை ஒரு வீரிய க்ஷயகாரி. அயிக-ஹரிதகை விலயனத்தில் அதைச் செலுத்த, அயச-ஹரிதகை யுண்டாகிக் கந்தகம் அவபதிக்கும்.



$$2FeCl_3 + H_2S \rightarrow 2FeCl_2 + 2HCl + S\downarrow.$$

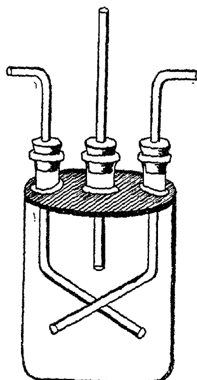
அப்ஜனக-கந்தகையையும் கந்தக-த்வி-பிராணையையும் ஒரு மூன்று கழுத்துள்ள சீசாவிற் செலுத்த, இரண்டு வாயுக்களும் விகாரித்து, கந்தகம் வெளிவந்து சீசாவின் பக்கங்களிற் படியும் (படம் 107).



$$SO_2 + 2H_2S \rightarrow 2H_2O + 3S.$$

ஆனால் துளியேனும் ஈரமில்லாத நிலையிலுள்ள இவ்வாயுக்கள் விகாரிப்பதில்லை. இவ்விகாரத்தில், க்ஷயகாரி

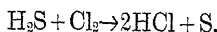
யான கந்தக-துவி-பிராணை வர்த்தனியாக விகாரிப்பது குறிப்பிடத்தக்கது.



அப்ஜனக-கந்தகையும் கந்தக-துவி-பிராணையும் விகாரித்தல்

படம் 107

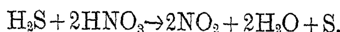
அப்ஜனக-கந்தகையுள்ள ஒரு வாயு ஜாடியின் மேல் ஹரிதகமுள்ள வாயு ஜாடியைப் பொருத்தி, இரண்டு வாயுக்களையும் விகாரிக்க விட, ஹரிதகம், அப்ஜனக-ஹரிதகை நிலைக்குக் குறைக்கப்படும்.



$$H_2S + Cl_2 \rightarrow 2HCl + S.$$

வாயு ஜாடிகளில் கந்தகம் படிந்து நிற்கும்.

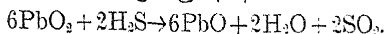
ஒரு அப்ஜனக-கந்தகை ஜாடியில் புகையும் வெடியுப்பு திராவகத்தைச் (fuming nitric acid) சொட்டவிட, விகாரம் வெடியுடன் நடக்கும்.



$$H_2S + 2HNO_3 \rightarrow 2NO_2 + 2H_2O + S.$$

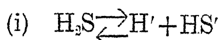
பர-பிராணைகளுடன் அது வீரியத்துடன் விகாரித்து அவைகளைக் குறைந்த நிலைக்குக் கொண்டுவரும். ஒரு கிண்ணத்தில் லீஸ-துவி-பிராணையை எடுத்து, அதன்மேல்

கிப் யந்திரத்திலிருந்து அப்ஜனக-கந்தகையை விட்டால், ஒரு சுடரைக் காண்போம். கருஞ்சிவப்புள்ள ஸீஸ-துவி-பிராணை மஞ்சிய நிலைக்குக் குறைவுபடும்.

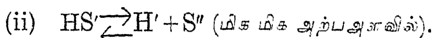


$$6PbO_2+2H_2S\rightarrow 6PbO+2H_2O+2SO_2.$$

தண்ணீரிற் கரைந்த அப்ஜனக-கந்தகை விலயனம் சிறிதளவு அமிலகுணம் பொருந்தியதாயிருக்கும். லிட்மஸ் தாளை விலயனம் சிவப்பாக மாற்றும். அது துவி-க்ஷாரத்வ அமிலம். ஆகையால் அது விலயனத்தில் மின்னணுக்களாகப் பிரியும்.



(i) $H_2S \rightleftarrows H' + HS'$



(ii) $HS' \rightleftarrows H' + S''$ (மிக மிக அற்பஅளவில்).

ஆனால் வெகு சிறிது அளவிலேயே அது மின்னணுவாகப்பிரியுந் தன்மையுடையது. அது பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணை போன்ற க்ஷாரங்களுடன் விகாரித்து, பொட்டாஸிய-அப்ஜனக-கந்தகை, பொட்டாஸிய-கந்தகை என்ற இரண்டு வகைக் கந்தகைகளைத் தரும்.



$$KOH+H_2S\rightarrow KHS+H_2O$$



$$2KOH+H_2S\rightarrow K_2S+2H_2O$$

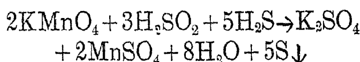
பொட்டாஸிய-க்ஷார விலயனத்தில் அதிக அளவு அப்ஜனக-கந்தகையைச் செலுத்த, பொட்டாஸிய-அப்ஜனக-கந்தகையுண்டாகும். பொட்டாஸிய-அப்ஜனக-கந்தகையுடன் வேண்டிய அளவில் க்ஷார விலயனத்தைச் சேர்க்கப் பொட்டாஸிய-கந்தகை யுண்டாகும். அக்கந்தகையைத் தண்ணீரிற் கரைக்க கீழே காட்டியுள்ளபடி மாறும்.



$$K_2S+H_2O\rightarrow KHS+KOH.$$

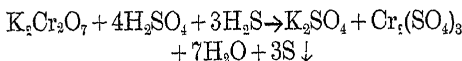
அப்ஜனக-கந்தகை விலயனமும் அப்ஜனக-கந்தகையைப்போல், க்ஷயகாரியாக விகாரிக்கிறது. 6-வது கணத்தில், கந்தகத்திற்கு மேலேநிற்கும் பிராணவாயுவானது, கந்தகத்தை அப்ஜனகப் பொருள்களிலிருந்து விலக்கவல்லது. அப்ஜனக-கந்தகை எந்த வர்த்தனியாலும் கந்தகமாக

மாற்றப்படும். அமிலித்த பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜ விலயனத்துடன் அது விகாரிக்க, ஊதா நிறமுள்ள அவ் விலயனம் நிறமற்றதாக மாறிக் கந்தகம் அவபதிக்கும்.



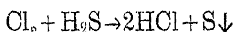
$$2KMnO_4 + 3H_2SO_2 + 5H_2S \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O + 5S\downarrow$$

அதேவிதமாகப் பொட்டாஸிய-துவி-கிரோமிகஜத்துடன் நடக்கும் விகாரத்தைக் காட்டுஞ் சமீகரணமாவது :—

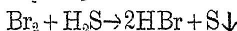


$$K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 + 3H_2S \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 7H_2O + 3S\downarrow$$

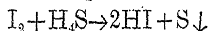
இங்கு கிச்சிலி வர்ண விலயனம் பச்சை நிறமுடையதாக மாறும்; கந்தகம் அவபதிக்கும். ஹரிதக இனங்களுடன் விகாரிக்கும்பொழுது, அப்ஜ - ஹரிதகிகாமிலம் முதலியவை உண்டாகும் ; கந்தகம் அவபதிக்கும்.



$$Cl_2 + H_2S \rightarrow 2HCl + S\downarrow$$



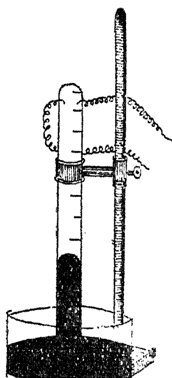
$$Br_2 + H_2S \rightarrow 2HBr + S\downarrow$$



$$I_2 + H_4S \rightarrow 2HI + S\downarrow$$

அப்ஜனக-பர-பிராணையுடனும் பாக்கியகாமிலத்துடனும் விகாரித்து அது கந்தகமாக மாறும். ஆனதுபற்றியே கந்தகைகளைப் பாக்கியகாமிலத்துடன் சேர்த்து அப்ஜனக-கந்தகை வாயுவைத் தயாரிக்கமுடியாதென்றது. எளிதில் அது பிராணீகரணத்திற்குள்ளாவதால், அது ஒரு நிலையுள்ள பொருளாக இருக்கமாட்டாது. ஒரு சூடான குழாயில் அதைச் செலுத்த, அது கந்தகமாகவும் அப்ஜனகமாகவும் வியோகிக்கும். கந்தகம் குளிர்ந்த பக்கங்களிற் படிவதைப் பார்க்கலாம். வெளிவரும் வாயுவைச் சோதித்து அப்ஜனகமென்று காணலாம். இன்னும், கிப் யந்திரத்திலிருந்து வரும் அப்ஜனக-கந்தகையைக் கொளுத்திவிட அது ஒரு நீலச்சுடருடன் எரியும். சுடரில் மூசை மூடியைச் சிறிதுநேரம் காட்டி எடுக்க, மூடியில் கந்தகம் படிந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். அற்ப அளவில் அவ்வாயு வெள்ளி நாணயத்தின்மேல் பட்டாலும்,

உடனே வெள்ளி கறுக்கும். இரஜத-கந்தகையின் நிறம் கறுப்பு. தாமிர, இரஜத பாத்திரங்கள் கறுப்பாக மாறுவது அதுதன் கந்தகை உண்டாவதாலேயே. வெள்ளிக் கிண்ணத்தில் சந்தனம் சிலநாள் இருந்தபின், சந்தனத்தைக் கீழே ஊற்றிவிட்டுப் பார்க்க, கிண்ணத்தினுட்புறங் கறுத்திருப்பதைக் காணலாம். சந்தனத்தில் கந்தகமிருப்பதே இந்நிற மாறுபாட்டிற்குக் காரணம்.



அப்ஜனக-கந்தகையின் சங்கலனத்தை அளவிடுதல்.

படம் 108

சங்கலனம்:—தெரிந்த பருமன் அளவில் சுத்த அப்ஜனக-கந்தகை வாயுவை ஒரு வாயு அளவுக்குழாயிலெடுத்து மின்பொறிகளால் தாக்க (108-வது படம்) அது அப்ஜனகமாகவும் கந்தகமாகவும் மாறும்; ஆனால் பருமனில் யாதொரு வித்தியாசமுமேற்படாது. 84-வது படத்தில் காட்டியுள்ள குழாயில் சில வங்கத் துண்டுகளையெடுத்து, அதில் அப்ஜனக-கந்தகை வாயுவை நிரப்பித் திருகு அடைப்பான்களை மூடிவிடவும். குழாயுடன் வாயுஅழுத்தமானியை இணைத்து, அதற்குச் சமீபத்திலுள்ள திருகு அடைப்பானைத் திறந்து வாயுஅழுத்தமானியிலுள்ள திரவமட்

டத்தைக் குறிக்கவும். அடைப்பானை அடைத்துவிட்டு, வங்கத்தைச் சூடுசெய்ய, வங்கம் கந்தகத்துடன் சேர்ந்து அப்ஜனகத்தைப் பிரித்துவிடும். உபகரணம் குளிர்ந்த பின் உரிய அடைப்பானைத் திறந்து பார்க்க, வாயு-அழுத்த மானியில் திரவமட்டம் முன்போலவே இருக்கும். அதனால் விகாரமுடிவில் அழுக்கபேத மேற்படவில்லையென்று அறிவோம். ஆகையால் விகாரத்தில் பருமபேதமு மேற்படவில்லையென்பதும் வெளியாகும்.

ஆகையால் அவோகாட்ரோ நியாயத்தின்படி ஒரு பருமன் அப்ஜனக-கந்தகையில் ஒரு பருமன் அப்ஜனகமிருக்கும். ∴ ஓர் அணு அப்ஜனக-கந்தகையில் ஓர் அணு அப்ஜனகமிருக்கும். ஆகையால் சங்கேதம் H_2S_x என்றிருக்க வேண்டும். அப்ஜனக-கந்தகையின் அணுபாரம் 34. ஓரணுவில் $34-2=32$ எடை கந்தகமிருக்கவேண்டும்.

கந்தகத்தின் பரமாணுபாரம் 32. ஆகையால், ஒரு அணு அப்ஜனக-கந்தகையில் ஒரு பரமாணு கந்தகமே இருக்கவேண்டும். ஆகையால் அதன் சங்கேதம் H_2S.

அப்ஜனக-கந்தகையை அளவிடல் (Estimation of Hydrogen sulphide) :—விலயனத்திலுள்ள அப்ஜனக-கந்தகையை, அதனுடன், தேவைக்கு மேற்பட்ட அளவில் திட்ட பாடலக விலயனத்தைச் சேர்த்து, அதிகமாய் நிற்கும் பாடலகத்தைத் திட்டஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜவிலயனங்கொண்டு அறிந்து, அளவிடலாம்.

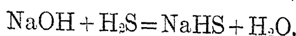
கந்தகைகள் :—உலோககந்தகைகளில் அநேகம் பூமியிலகப்படுகின்றன. அவைகளைப் பின்வரும் முறைகளால் தயாரிக்கலாம்.

1. பிளாடினம், தங்கம் இவைகளைத்தவிர மற்ற எந்த உலோகத்தையும் கந்தகத்துடன் சேர்த்துச் சூடு செய்ய உரிய உலோக கந்தகை யுண்டாகும்.

2. உலோக-பிராணிகளை கரிகந்தகத்திராவக ஆவியில் சூடு செய்தும் அவற்றைத் தயாரிக்கலாம்.

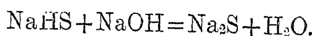
3. கரையாத கந்தகைகளையெல்லாம் உரிய உலோக-உப்புக்களின் விலயனங்களுடன் அப்ஜனக-கந்தகையையாவது, அமோனிய-கந்தகை போன்ற வேறு கந்தகையின் விலயனத்தையாவது சேர்க்க, உரிய உலோக கந்தகைகள் அவபதிக்கும். அலுமீனிய, கிரோமிய கந்தகைகள் கரையாதவையாயிருந்தும் இம்முறையாலவற்றைத் தயாரிக்க முடியாது. ஏனென்றால் அவ்விரண்டும் முற்றிலும் நீர் விபோகமடையக்கூடியவை.

4. க்ஷார விலயனங்களில் அப்ஜனக-கந்தகையை அது கரையும்மட்டுஞ் செலுத்த, அமில-கந்தகையுண்டாகும்.



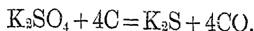
$$NaOH + H_2S = NaHS + H_2O.$$

அதனுடன் வேண்டிய அளவு க்ஷாரத்தைச்சேர்த்து நடுநிலை கந்தகையைத் தயாரிக்கலாம்.



$$NaHS + NaOH = Na_2S + H_2O.$$

5. க்ஷார உலோக, க்ஷாரமண் உலோக கந்தகிகஜங்களைக் கரியுடன் சேர்த்துச் சூடுசெய்ய உரியகந்தகை உண்டாகும்.



$$K_2SO_4 + 4C = K_2S + 4CO.$$

உலோக கந்தகைகளெல்லாம் திடஸ்திதியிலுள்ளவை. அநேக கந்தகைகளுக்கு விசேஷ நிறங்களுண்டு. அந்நிறங்களைக்கொண்டு, உலோகமூலங்களைக் கண்டுகொள்ளலாம். கந்தகைகளில், கந்தகத்தின் ஸம்யோக சாமர்த்தியம் இரண்டே.

பளுவான உலோக-கந்தகைகளைக் (உ-ம். PbS, FeS, CuS, ZnS) காற்றுப்படச் சூடு செய்ய, கந்தக-துவி-பிராணை வெளிவரும். காற்றுப்படாமற் சூடு செய்ய, அவ்வாயு உண்டாகாது; ஆனால் சில கந்தகைகளிலிருந்து கந்தகம் பிரிந்து குளிர்ந்த பாகங்களிற் படியும். அநேக கந்தகைகள் அமிலத்துடன் விகாரிக்க, அப்ஜனக-கந்தகை வாயுவை வெளிவிடும். இவ்வாயுவை அதன் துர்நாற்றத்தாலும் ஸீஸ-அமிலஜவிலயனத்தைக் கறுப்பாக்குவதாலும், வெள்

ளியைக் கறுக்கச் செய்வதாலும், கண்டுகொள்ளலாம். சில கந்தகைகள் அமிலங்களுடன் விகாரிப்பதில்லை. இவ்விகாரம், பிரதிகாரகங்களின் தன்மையைப் பொறுத்தும் அவைகளின் பரிமாணத்தைப் பொறுத்துட் விளைபொருள்களின் தன்மையையும் பரிமாணத்தையும் பொறுத்துமிருக்கிறது.

$HgS + HCl$ என்பதில் விகாரமேற்படுகிறதில்லை.

$HgS + 2HI \rightarrow HgI_2 + H_2S$ என்பதில் விகாரமுண்டாவதைக் கவனிக்க.

இன்னும் ஒரு கந்தகை ஓர் அமிலத்துடன் விகாரிக்கும்பொழுது, அவ்வமிலத்திற்குரிய உப்பு கரையாப் பொருளாயிருக்குமாயின், விகாரம் மந்தமாகவே நடக்கும். கரையாப்பொருளுண்டாகி ரக்ஷணப்பூச்சாக அமைந்து விகாரஞ் செல்லாவண்ணந் தடுக்கும். கால்ஸிய, ஸ்ட்ரான்ஷிய, பேரிய கந்தகைகள் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் எளிதில் விகாரித்து அப்ஜனக-கந்தகையை வெளிவிடும்; இவ்விகாரத்தைக் கந்தகிகாமிலங்கொண்டு செய்து பார்க்க விகாரம் வெகு மந்தமாகவே நடக்கும். ஏனெனில் மேற்கண்ட உலோகங்களின் ஹரிதகைகள் எளிதிற் கரைவன; கந்தகிகஜங்கள் கரையாப்பொருள்கள்.

எந்தக் கந்தகையையும் ஸோடா உப்புடன் சேர்த்துக் கரியில் வைத்து, ஊதுகுருத்தியாலூதி, கரிக்குழியினின்று பொருளை எடுத்து, ஒரு வெள்ளி நாணயத்தில் வைத்து, அதன்மேல் இரண்டு மூன்று தண்ணீர்ச் சொட்டுகளைவிட, வெள்ளி கறுக்கும். இது கந்தகமுள்ள பொருளைக் கண்டு பிடிக்க நல்ல சோதனை.

அப்ஜனக-கந்தகையின் முக்கிய உபயோகம் யாதெனில் அது சோதனைச்சாலையில் ஒரு நல்ல விச்லேஷண பிரதிகாரகம் (a good analytical reagent) என்பதே. அது ரஸாயன சாஸ்திரியின் விசேஷ பாணம் போலும். அதை அவனுடைய முக்கிய நண்பன் என்றே

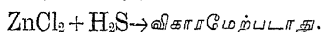
சொல்லவேண்டும். அது பல உலோக உப்பு-விலயனங்களுடன் விகாரித்து உரிய கந்தகைகளை அவபதிக்கிறது. அக்கந்தகைகளை, அவையவைகளின் நிறம் முதலிய சிறப்பு குணங்களால் தெரிந்துகொள்ளலாம்.

அப்ஜனக-கந்தகையைத் தனித்தனியே கீழே காணும் விலயனங்களில் செலுத்தி, விளைபொருள்களின் குணங்களைக் கவனி. அவபதித்த கந்தகை அமிலத்திலாவது க்ஷார விலயனத்திலாவது கரைகிறதா என்பதையுங் கவனிக்கவும்.

உலோக-விலயனம்	நிற மாறுபாடு முதலிய விசேஷ குணங்கள்	கந்தகை நீரிட்ட அமிலத்தில் கரையுமா ?	கந்தகை க்ஷார விலயனத்தில் கரையுமா?
இரஜத-பாக்கிய மிகஜம் ($AgNO_3$)	கறுப்பு இரஜத-கந்தகை (Ag_2S) ↓	கரையாது. சூடான பாக்கிய காமிலத்தில் கரையும்	கரையாது
ஸீஸ-சாராமிகஜம் ($PbC_2H_6O_4$)	கறுப்பு ஸீஸ-கந்தகை (PbS) ↓	கரையாது. கொதிக்கும் பாக்கியகாமில விலயனத்திற் கரையும்	கரையாது
இரசிக-ஹரிதகை ($HgCl_2$)	கடைசியாகக் கறுப்பு இரசிக-கந்தகை (HgS) ↓	கரையாது	கரையாது
தாம்ரிக-கந்தகிகஜம் ($CuSO_4$)	கறுப்பு தாம்ரிக-கந்தகை (CuS) ↓	சூடான நீரிட்ட பாக்கியகாமிலத்தில் கரையும்	கரையாது
பிஸ்மத-ஹரிதகை ($BiCl_3$)	கறுப்பு பிஸ்மத-கந்தகை (Bi_2S_3) ↓	சூடான நீரிட்ட அமிலத்தில் கரையும்	கரையாது
பாஷாண-ஹரிதகை ($AsCl_3$)	நல்ல மஞ்சள் நிற பாஷாண-கந்தகை (As_2S_3) ↓	கரையாது	கரையும்

உலோக-விலயனம்	நிற மாறுபாடு முதலிய விசேஷ குணங்கள்	கந்தகை நீரிட்ட அமிலத்தில் கரையுமா?	கந்தகை க்ஷார விலயனத்தில் கரையுமா?
அஞ்சன-ஹரிதகை ($SbCl_3$)	கிச்சிலிநிற அஞ்சன-கந்தகை (Sb_2S_3)↓	சுண்டின அமிலங்களில் கரையும்	கரையும்
வங்கச-ஹரிதகை ($SnCl_2$)	கருப்பழுப்பு வங்கச-கந்தகை (SnS)↓	ஷை	ஷை
வங்கிக-ஹரிதகை ($SnCl_4$)	மஞ்சள் வங்கிக-கந்தகை (SnS_2)↓	ஷை	ஷை
அயிக-ஹரிதகை ($FeCl_3$)	வெளுத்த கந்தகமே அவபதிக்கும்	இருமபு கந்தகை எளிதில் கரையும்	கரையாது
அலுமீனிய-கந்தகிகஜம் [$Al_2(SO_4)_3$]	விகாரமேற்படுவதில்லை	—	—
கிரோமிக-கந்தகிகஜம் [$Cr_2(SO_4)_3$]	ஷை	—	—
நாக-கந்தகிகஜம்[1] ($ZnSO_4$)	வாயுவை அதிக அளவில் செலுத்தினால் சிறிதளவு வெள்ளை நாக-கந்தகை ZnS↓.	எளிதிற் கரையும்	கரையாது

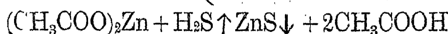
[1] $ZnCl_2, ZnSO_4, (CH_3COO)_2Zn$ என்பவற்றின் விலயனங்களைத் தனித்தனியே உபயோகிக்க, முதற்பொருளுடன் விகாரமேற்படுவதில்லை. கந்தகிகஜத்துடன் விபரீத விகாரமும், சாராயிகஜத்துடன் விகாரம் முற்றிலும் நடைபெறும்.



$$ZnCl_2 + H_2S \rightarrow \text{விகாரமேற்படாது.}$$



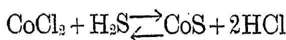
$$ZnSO_4 + H_2S \rightleftarrows ZnS\downarrow + H_2SO_4$$



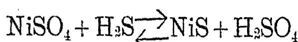
$$(CH_3COO)_2Zn + H_2S \uparrow ZnS\downarrow + 2CH_3COOH$$

உலோக-விலயனம்	நிற மாறுபாடு முதலிய விசேஷ குணங்கள்	கந்தகை நீரிட்ட அமிலத்தில் கரையுமா?	கந்தகை க்ஷார விலயனத்தில் கரையுமா?
* மாங்கனச-ஹரிதகை ($MnCl_2$)	சாதாரணமாய் அவபதிதம் ஏற்படுவதில்லை.	எளிதில் கரையும்	கரையாது
* கோபத-ஹரிதகை ($CoCl_2$)	சிறிதளவு கறுப்பு கோபத-கந்தகை (CoS) உண்டாகலாம்.	சூடான அமிலத்தில் கரையும்	௸
* நிக்கல-கந்தகிகஜம் ($NiSO_4$)	சிறிதளவு கறுப்பு நிக்கல-கந்தகை (NiS) உண்டாகலாம்.	௸	௸
கால்ஸிய, ஸ்ட்ரான்ஷிய, பேரிய, மாக்னிஸிய, ஸோடிய, பொட்டாஸிய விலயனங்கள்	விகாரமேற்படுவதில்லை.	இக்கந்தகைகள் தண்ணீரிலேயே கரையக்கூடியவை	

* மாங்கனச-ஹரிதகை அல்லது கந்தகிகஜ விலயனத்தை உபயோகப்படுத்த, சாதாரணமாய் அவபதிதம் ஏற்படுவதில்லை. MnS-இன் நிறம் மாமிசச் சிவப்பு. கோபத, நிக்கல கந்தகைகள், விலயனம் அமிலகுணம் பொருந்தியதாயிருப்பின், அநேகமாய் அவபதிக்கமாட்டா.



$$CoCl_2 + H_2S \rightleftarrows CoS + 2HCl$$

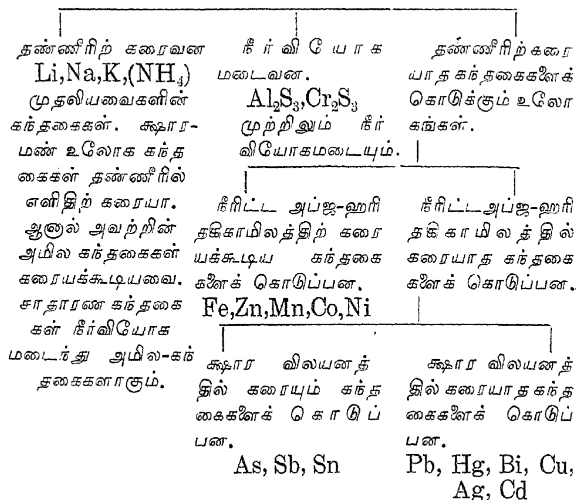


$$NiSO_4 + H_2S \rightleftarrows NiS + H_2SO_4$$

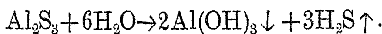
ஆனால் அக்கந்தகைகள் நீரிட்ட அமிலங்களில் எளிதிற் கரையா.

மேலே கண்ட சோதனைகளின் பயனாக உலோக கந்தகைகளை வகுத்துக் கீழ்வருமாறு வரிசைப்படுத்தலாம்.

கந்தகைகள்

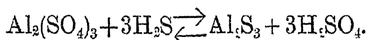


க்ஷார உலோக கந்தகைகளும், க்ஷார-மண்-உலோக-அமில-கந்தகைகளும் தண்ணீரிற் கரைவன. மற்றவை தண்ணீரிற் கரையமாட்டா. அலுமீனிய - கந்தகையும் கிரோமிய-கந்தகையும் முற்றிலும் நீர்வியோகம் அடையும்.



$$Al_2S_3 + 6H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3\downarrow + 3H_2S\uparrow.$$

அலுமீனிய-கந்தகையைச் செயற்கை முறையால் தயாரித்து, அதைத் தண்ணீருடன் விகாரிக்கச்செய்து அதிக அளவில் அப்ஜனக-கந்தகையைத் தயாரிக்கலாம். அலுமீனிய-கந்தகிகஜத்தில் அப்ஜனக-கந்தகை செல்ல ஏன் ஒரு விகாரத்தையுங் காணவில்லை?

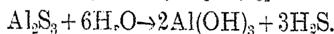


$$Al_2(SO_4)_3 + 3H_2S \rightleftarrows Al_2S_3 + 3H_2SO_4.$$

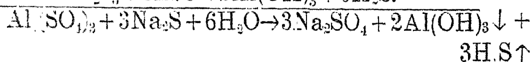
விகாரத்தில் உண்டாகும் அலுமினிய-கந்தகை, அதில் உண்டாகும் கந்தகிகாமிலத்துடன் உடனே விகாரிக்கக் கிடும். தனி காட்டும் விகாரம் முற்றிலும் நடந்துவிடும். ஆகையால் விகாரமொன்றும் நடக்கவில்லையென்று தோன்றும். அப்ஜனக-கந்தகைக்குப் பதிலாக அமோனிய-கந்தகை அல்லது ஸோடிய-கந்தகையைச் சேர்க்க, கொழகொழப்பான அலுமினிய-அப்ஜ-பிராணை [Aluminium hydroxide $Al(OH)_3$] அவபதிக்கும். அப்ஜனக-கந்தகை வெளியேறும்.



$$Al_2(SO_4)_3 + 3Na_2S \rightarrow [Al_2S_3] + 3Na_2SO_4$$



$$Al_2S_3 + 6H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3 + 3H_2S.$$

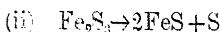


$$Al_2(SO_4)_3 + 3Na_2S + 6H_2O \rightarrow 3Na_2SO_4 + 2Al(OH)_3 \downarrow + 3H_2S \uparrow$$

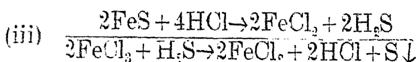
இரும்பு-கந்தகை ஏன் அவபதிக்கவில்லை?



(i) $[2FeCl_3 + 3H_2S \rightarrow Fe_2S_3 + 6HCl]$



(ii) $Fe_2S_3 \rightarrow 2FeS + S$



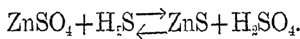
(iii) $2FeS + 4HCl \rightarrow 2FeCl_2 + 2H_2S$

$$2FeCl_3 + H_2S \rightarrow 2FeCl_2 + 2HCl + S \downarrow$$

விகாரத்தின் போக்கைச் சமீகரணங்கள் காட்டுகின்றன. (i) அயிக-கந்தகை நிலையற்றதாதலால் (ii) அயச-கந்தகையாகவும் கந்தகமாகவும் விபாகிக்கும் (iii) அயச-கந்தகை, விகாரத்தில் விளையும் அமிலத்தால் பிடிக்கப்பட்டுக் கரைந்துவிடும். ஆகையால் முடிவில், அயிக-ஹரிதகை அயச-ஹரிதகை நிலைக்குக் குறைவுபட, கந்தகம் அவபதிக்கும்.

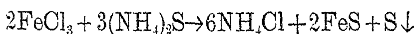
நாக, மாங்கனஜ, கோபத, நிக்கலகந்தகைகள் அமிலத்தில் கரையக்கூடியவை ஆகையால் அவை முழுவதும் அப்ஜனக-கந்தகையால் அவபதிக்கப்படமாட்டா. சாதாரணமாய், மேற்கண்ட உலோக ஹரிதகை அல்லது கந்தகிகஜ விலயனத்தில் அப்ஜனக-கந்தகையைச் செலுத்த, விகாரமொன்றுமேற்படவில்லையென்றே தோன்றும்; அப்ஜனக-

கந்தகையை அதிகமாகச் செலுத்தச் சிற்சில சமயங்கள் சிறிதளவு அவபதிதந் தோன்றும்.

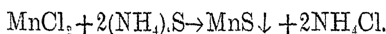


$$ZnSO_4 + H_2S \rightleftarrows ZnS + H_2SO_4.$$

ஆனால், அமிலங்களில் கரையும் மேற்படி கந்தகைகள் அமிலமில்லாத சமயத்தில் முற்றிலும் அவபதிக்கும். மேலேகண்ட சோதனைகளில், அப்ஜனக-கந்தகையைச் செலுத்தியபின் அமோனியா விலயனத்தைச் சேர்த்துப் பார்க்க அமிலங்களில் கரைபவையும் தண்ணீரில் கரையாதவையுமான கந்தகைகள் விலயனங்களிலிருந்து, அதிகமாகப் பிரிந்து படிவதைக் காணலாம். அல்லது, அமோனிய-கந்தகை விலயனத்தைச் சேர்த்தாலும் அக்கந்தகைகள் அவபதிக்கும்.

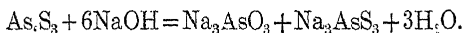


$$2FeCl_3 + 3(NH_4)_2S \rightarrow 6NH_4Cl + 2FeS + S\downarrow$$



$$MnCl_2 + 2(NH_4)_2S \rightarrow MnS\downarrow + 2NH_4Cl.$$

நீரிட்ட அமிலங்களிற் கரையாத கந்தகைகளுள் பாஷாண-கந்தகையும், அஞ்சன-கந்தகையும், வங்க-கந்தகைகளும் க்ஷார விலயனங்களிலும் க்ஷார-பஹு-கந்தகைகளிலும் கரையும். அவ்வாறு கரைந்த விலயனங்களுடன் நீரிட்ட அமிலங்களைச்சேர்க்க கந்தகைகள் திரும்ப அவபதிக்கும். பாஷாண-த்ரி-கந்தகை ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்திற்கரைந்து ஸோடிய-பாஷாணசஜமாகவும் (Sodium arsenite) ஸோடிய-கந்தகோ-பாஷாணசஜமாகவும் (Sodium thioarsenite) மாறும்.



$$As_2S_3 + 6NaOH = Na_3AsO_3 + Na_3AsS_3 + 3H_2O.$$

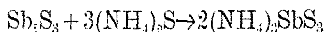
அங்குண்டாகிய விலயனத்தை அமிலிக்கப் பாஷாண-கந்தகை திரும்ப அவபதிக்கும்.



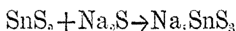
$$Na_3AsO_3 + Na_3AsS_3 + 6HCl = As_2S_3 + 6NaCl + 3H_2O.$$

இங்ஙனமே அஞ்சன, வங்க கந்தகைகளும் விகாரிக்கும். அஞ்சன-கந்தகை அமோனிய-கந்தகை விலயனத்தில்

கரைந்துவிட, அமோனிய-கந்தகோ-அஞ்சனசஜம் (Ammonium thioantimonite) உண்டாகும்.

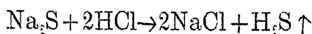

$$Sb_2S_3+3(NH_4)_2S\rightarrow 2(NH_4)_3SbS_3$$

வங்கிக-கந்தகை ஸோடிய-கந்தகையுடன் சேர்ந்துவிட, ஸோடிய-கந்தகோ-வங்கிகஜம் (Sodium thiostannate) உண்டாகும்.


$$SnS_2+Na_2S\rightarrow Na_2SnS_3$$

வியாபார க்ஷார-மண்-கந்தகைகள், சிறிது நேரம் வெளிச்சம்பட வைக்கப்பட்டால், இருட்டில் பிரகாசிக்கும். ஒளிவீசும் வர்ணங்களைக் (Luminous paints) தயாரிக்க அவை பயன்படுகின்றன.

க்ஷார விலயனங்களில் கந்தகங் கரைய, க்ஷார-பஹு-கந்தகைகள் (polysulphides) உண்டாகும். (உ-ம்) அமோனியா திராவகத்தில் அப்ஜனக-கந்தகையைச் செலுத்த அமோனிய-கந்தகையுண்டாகும். அது நிறமற்றதே. விலயனத்துடன் கந்தகத்தைச் சமித்து வடிகட்டு. வடித்திரவம் சிவந்த நிறமுள்ளதாயிருக்கும். இம்முறையில் தயாரித்துண்டான பொருள்களுக்கு "பஹு-கந்தகைகள்" (polysulphides) என்று பெயர். பஹு-கந்தகைகளில், உலோகங்களின் உரிய ஸம்யோக சாமர்த்தியத்திற்கு மேற்பட்ட அளவில் கந்தகம் ஐக்கியமாயிருக்கும். அமோனிய-கந்தகையின் சங்கேதம் $(NH_4)_2S$; அமோனிய-பஹு-கந்தகையின் சங்கேதம் $(NH_4)_2 S_x$. "x" ஒன்று முதல் 9 வரை அமோனிய-பஹு-கந்தகையில் இருக்கலாம். கந்தகையையும் பஹு-கந்தகையையும் எவ்விதம் பகுத்தறிவது? இரண்டும் அமிலங்களுடன் சேர, அப்ஜனக-கந்தகை வெளிவரும். ஆனால் பஹு-கந்தகையிடமிருந்து கந்தகமும் வெளித்தோன்றும்.


$$Na_2S+2HCl\rightarrow 2NaCl+H_2S\uparrow$$


$$Na_2S_x+2HCl\rightarrow 2NaCl+H_2S\uparrow+(x-1)S\downarrow$$

அப்ஜனக-பர-கந்தகை அல்லது அப்ஜனக-துவி-கந்தகை

(Hydrogen persulphide or Hydrogen disulphide)

அப்ஜனக-பர-பிராணை (H_2O_2) யைப்போல், அப்ஜனக-துவி-கந்தகை H_2S_2 ஒன்றுண்டு. குளிர்ந்த கால்ஸிய-பஹு-கந்தகை விலயனத்தை நன்றாய்க் குளிர்விக்கப்பட்ட அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் சேர்க்க, ஒரு எண்ணெய் போன்ற திரவமுண்டாகும். அதைப் பிரித்தெடுத்துக் குறைந்த அழுக்க நிலையில் பின்னக்காய்ச்சி வடித்தல் முறையால் சுத்தி செய்து அப்ஜனக-பர-கந்தகையை அடையலாம். அது வெளுத்த மஞ்சள்நிறமுள்ள எண்ணெய் போன்ற திரவம். அதன் திண்மை 1·376; கொதிநிலை 74°-75°. அது நிலையற்ற பொருள்; அப்ஜனக-கந்தகையாகவும் கந்தகமாகவும் வியோகிக்கும். அது பர-கந்தகைகளைக் கொடுக்கும். அதற்குச் சலவை செய்யுங் குணமுமுண்டு.

அப்ஜனக-த்ரி-கந்தகை H_2S_3 என்பது ஒரு வெளுத்த மஞ்சள் நிறமுள்ள எண்ணெய் போன்ற திரவம்; திண்மை 1·496·(15°ல்). 2 ஸ-மீ அழுக்கத்தில் கொதிநிலை 69°ச. அப்ஜனக-துவி-கந்தகையுடன் இதுவும் மேலே காட்டிய சோதனையிலுண்டாகிறது.

அமோனிய-பஞ்ச-கந்தகை நீரற்ற பிபீலிகாமிலத்துடன் (Formic acid)* விகாரிக்க, அப்ஜனக பஞ்ச-கந்தகை H_2S_5 உண்டாகிறதென்றும் அவ்விதந் தயாரித்த பொருள் ஒரு மஞ்சள் நிறமுள்ள எண்ணெய்போன்றதென்றும் சமீபத்தில் வெளிவந்த ரஸாயன-பத்திரிகைகள் கூறுகின்றன.

---

* पिपीलिका (பிபீலிகா) = எறும்பு. எறும்பில் அவ்வமிலமுள்ளது.

ஹரிதக இனங்களுடன் கந்தகம் ஐக்கியமாகிக் கொடுக்கும் பொருள்கள்

கந்தக-காசாகை S_2F_2, கந்தக-சதுர்-காசாகை SF_4, கந்தக-ஷட்-காசாகை (SF_6) இம்மூன்றுமுண்டு. SF_6 ஒரு நிலையுள்ள மந்தமான வாயு.

உருகிய கந்தகத்தில் ஹரிதகத்தைச் செலுத்தி வெளி வரும் விளைவுப் பொருளைக் குளிர்விக்க, கந்தக-ஹரிதகை S_2Cl_2 கிரஹணிபாத்திரத்தில் வந்துசேரும். சுத்திசெய்த திரவம் மஞ்சள் நிறமும் கார மணமும் பொருந்தியது; கொதிநிலை 138° ச. ஈரமுள்ள காற்றில் அது புகையும். சென்ற ஐரோப்பிய மஹா யுத்தத்தில் ஒரு கொடிய விஷக் காற்றைத் (mustard gas கடுகு-வாயு) தயாரிக்க அதை அதிக அளவில் உபயோகித்தார்கள். ரப்பர் சாமான் தயாரிப்பதற்கும், வல்கனைட் (vulcanite) செய்வதற்கும் அது உபயோகப்படுகிறது.

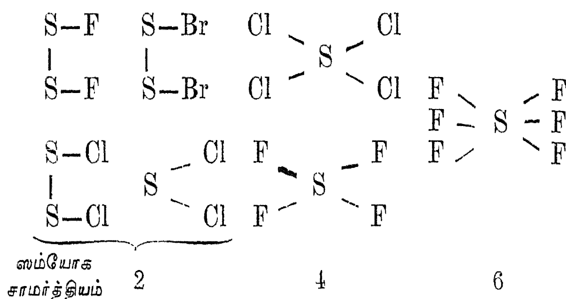
பனிக்கட்டியில் குளிர்விக்கப்பட்ட கந்தக-ஹரிதகையில் ஹரிதகத்தைச் செலுத்த, கந்தக-துவி-ஹரிதகை SCl_2 (Sulphur dichloride) உண்டாகும். அது பவழம் போன்ற சிவப்பு நிறமுடைய திரவம்.

கந்தக-ஹரிதகையை—22° ச-க்குக் குளிர்வித்து ஹரிதகத்தைச் செலுத்தக் "கந்தக-சதுர்-ஹரிதகை" SCl_4 (Sulphur tetrachloride) உண்டாகும். ஆனால் அது உறைமிச்ரத்தினின்று வெளியே எடுக்கப்பட்டவுடன் கந்தக-துவி-ஹரிதகையாகவும் ஹரிதகமாகவும் வியோகித்துவிடும்.

கந்தக-இரக்தகை S_2Br_2 ஒரு சிவந்த பழுப்புநிறமுள்ள திரவம்: 200° ச-ல் சிறிதளவு வியோகித்துக் கொதிக்கும்.

கந்தக-பாடலகை உண்டா என்பது சந்தேகமாயிருக்கிறது.

மேற்கண்ட ஹாலஜன இணங்களுடன் சேர்ந்த சேர்க்கைப்பொருள்கள் கந்தகத்தின் பஹு ஸம்யோக ஸாமர்த்தியத்தைக் காட்டுகின்றன.



கந்தகம் ஆறுவது கணத்திலிருப்பதால் அதன் ஸம்யோக சாமர்த்தியம் இரண்டாகவும் ஆறாகவும் இருக்கிறது.

அத்தியாயம் 28

கந்தக-பிராணைகளும் பிராண-அமிலங்களும்
(Oxides and Oxy-acids of Sulphur)

கந்தகம் பிராணவாயுவுடன் சேர்ந்து நான்கு பிராணைகளைக் கொடுக்கிறது. அவையாவன :—

1. கந்தக-ஏகார்த்த-பிராணை (உபகந்தச-நிர்ஜலாமிலம்) S_2O_3 (Sulphur sesquioxide—Hyposulphurous anhydride)

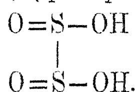
2. கந்தக-துவி-பிராணை (கந்தச-நிர்ஜலாமிலம்) SO_2 (Sulphur dioxide—Sulphurous anhydride)

3. கந்தக-த்ரி-பிராணை (கந்தகிக நிர்ஜலாமிலம்) SO_3 (Sulphur trioxide—Sulphuric anhydride)

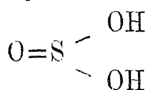
4. கந்தக-ஸப்த-பிராணை (பர-கந்தகிக நிர்ஜலாமிலம்) S_2O_7 (Sulphur heptoxide—Persulphuric anhydride)

மேற்கண்ட நிர்ஜலாமிலங்கள் தண்ணீரில் கரைய முறையே

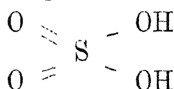
1. உப-கந்தசாமிலம் (Hyposulphurous acid) $H_2S_2O_4$



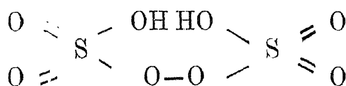
2. கந்தசாமிலம் (Sulphurous acid) H_2SO_3



3. கந்தகிகாமிலம் (Sulphuric acid) H_2SO_4

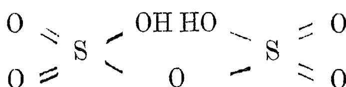


4. பர-கந்தகிகாமிலம் (Persulphuric acid) $H_2S_2O_8$

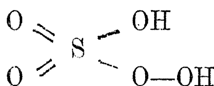


என்ற இவ்வமிலங்களுண்டாகின்றன. இவைகளைத் தவிர இன்னுஞ் சில அமிலங்களுண்டு.

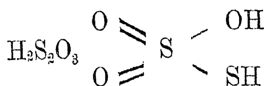
5. உஷ்ண-கந்தகிகாமிலம் (Pyrosulphuric acid or Nordhausen Sulphuric acid) $H_2S_2O_7$

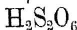


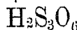
6. பர-ஏக-கந்தகிகாமிலம் அல்லது 'காரோ'-அமிலம் (Permonosulphuric acid or Caro's acid) H_2SO_5

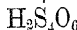


7. கந்தகோ-கந்தகிகாமிலம் (Thiosulphuric acid)

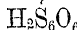


8. துவி-கந்தகோனிக அமிலம் Dithionic acid

$H_2S_2O_6$

9. த்ரி-கந்தகோனிக அமிலம் Trithionic acid

$H_2S_3O_6$

10. சதுர்-கந்தகோனிக அமிலம் Tetrathionic acid

$H_2S_4O_6$

11. பஞ்ச-கந்தகோனிக அமிலம் Pentathionic acid $H_2S_5O_6$

12. ஷட்-கந்தகோனிக அமிலம் Hexathionic acid

$H_2S_6O_6$

} பூர்த்தியானவை இவை.

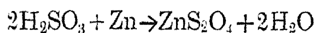
இவைகளில் நாம் முக்கியமாகக் கவனிக்கவேண்டியவை 2, 3, 4, 5, 7-வது அமிலங்களே.

[கந்தக-ஏகார்த்த-பிராணை S_2O_3 (Sulphur Sesquioxide)

கந்தகமும் கந்தக-த்ரி-பிராணையும் நேரே ஒன்று சேருஞ் சமயத்தில் கந்தக-ஏகார்த்த-பிராணை பசுமையான ஸ்படிகக்கட்டியாக உண்டாவதாகவும் உஷ்ண-கந்தகிகாமிலத்தில் கந்தகத்தைச் சமைக்க, மேற்படி பிராணை-விலயனம் (நீலவர்ணம்) உண்டாவதாகவும் எண்ணுகிறார்கள். அது தண்ணீரில் கரைய கந்தசாமிலமும் கந்தகிகாமிலமுமுண்டாகும். ஆனால் அதை உப-கந்தசாமிலத்தின் நிர்ஜலாமிலமாகக் கொள்ளவேண்டியிருக்கிறது.

உப-கந்தசாமிலம் $H_2S_2O_4$ (Hyposulphurous acid)

கந்தசாமிலத்துடன் நாகப் பொடியைச் சேர்க்க நாக-உப-கந்தசஜம் (Zinc hyposulphite) உண்டாகும்.



$$2H_2SO_3 + Zn \rightarrow ZnS_2O_4 + 2H_2O$$

ஸோடிய-அப்ஜ-கந்தசஜத்துடன் மேற்கண்ட விகாரத்தை நடத்த, ஸோடிய-உப-கந்தசஜம் உண்டாகும். உப-கந்தசஜ விலயனத்துடன் ஆக்ஸாலிகாமிலத்தைச் சேர்க்க, விலயனம் மஞ்சள் நிறமாக மாறும். இந்நிற மாறுபாடு ஏற்படுவது உப கந்தசாமிலமுண்டாவதால்தான். கந்தசாமிலத்தை மின்சார முறையால் க்ஷயீகரித்தும் இவ்வமில விலயனத்தை அடையலாம். இவ்வமிலம், விலயனநிலையில் கூட நிலையற்றது. இவ் வமிலமும் உப-கந்தசஜங்களும் வீரிய க்ஷயகாரிகள். தாமிர-கந்தகிகஜ விலயனத்துடன் உபகந்தசஜத்தைச் சேர்க்க, தாமிர-கந்தகிகஜம் தாமிர-அப்ஜனகை (Copper hydride Cu_2H_2) நிலைக்குக் குறைவுபட்டுவிடும். ஸோடிய-உபகந்தசஜம், அதிக அளவில் சாயமிடும் தொழிற்சாலைகளில் க்ஷயகாரியாக உபயோகிக்கப்படுகிறது.]

கந்தக-துவி-பிராணை. SO_2 (Sulphur dioxide)

சரித்திரம்:—கந்தகம் வெகு காலமாகவே தெரிந்திருக்க அது எரியும்பொழுதுண்டாகும் வாயுவும் அந்நாள் முதற்கொண்டே தெரிந்திருக்கவேண்டும். ஹோமர் (Homer) என்பவர் கந்தக-துவி-பிராணையை ஒரு தூப-புகையென்றும் (900 கி. மு.) ப்ளினி (Pliny) என்பவர் அது ஒரு சலவைச் சரக்கு என்றும் குறித்திருக்கிறார்கள். பொது

வாகச் சுத்திசெய்யும்பொருட்டு, ஓடைஸீ (Odyssey) "ஓ பெண்ணே! எல்லா நோய்களையும் துரத்தி அடிக்கக் கூடிய மஹா-ஔஷதமாகிய கந்தகத்தை மூட்டி எரியவிட, அக்கினியைக் கொண்டுவா" என்று ஓரிடத்தில் கூறியுள்ளார். ப்ரீஸ்ட்லீ என்பவர் இரஸத்தைச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் சூடுசெய்து கந்தக-துவி-பிராணையைச் சுத்த நிலையில் தயாரித்து இரஸத்துக்குமேல் சேகரித்து (1774) அவ்வாயுவுக்குத் "துத்த-அமிலக்காற்று" (Vitriolic acid air) என்ற பெயரையுங் கொடுத்தார். அது கந்தகத்தின் பிராணையென்று லவாசியர் காட்டினார் (1777).

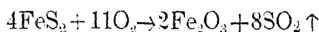
சம்பவம் :— எரிமலை எரியுமிடத்தும் எரிமலைப் பிரதேசங்களிலுள்ள ஊற்றுகளிலும், தொழிற்சாலைகள் நிரம்பிய பட்டணங்களிலுள்ள காற்றிலும் அவ்வாயு காணப்படும்.

தயாரிக்கும் முறைகள்

(1) **நேர்ஸம்யோகம் :—** கந்தகம் காற்றிலாவது பிராணவாயுவிலாவது எரியும்பொழுது கந்தக-துவி-பிராணையே முக்கிய விளைவு. அதனுடன் 7-8% கந்தக-த்ரீ-பிராணையும் கலந்திருக்கும். இப்பொருள் (SO_3) உண்டாவதாலேயேதான், கந்தகமெரியும்பொழுது வெள்ளைப் புகையைக் காண்கிறோம்.

(2) **கனிஜ-கந்தகைகளைப் பிராணீகரணஞ் செய்தல் :—** தாமிரம், நாகம், இரஸம், ஸீஸம் முதலிய உலோகங்களை அவற்றின் கந்தகைகளினின்று தயாரிக்கும் முறைகளில் கந்தக-துவி-பிராணை அதிக அளவில் உபவிளைவாகக் கிடைக்கிறது. காற்றுப்படும்படி இரும்பு-கந்தகச்சிலையைச் (Iron pyrites) சூடுசெய்ய, கந்தக-துவி-பிராணை வெளியேறும். ஒரு சோதனைக்குழாயில் அதைச் சூடு செய்ய, இரும்பு கந்தகச்சிலையிலிருந்து கந்தகமும் வந்து குளிர்ந்தபாகத்திற் படிவதைப் பார்க்கலாம். தொழில் முறைகளில், அதை ஆழமில்லாத உபகரணங்களில் சூடு

செய்து காற்றை உபகரணத்திற்குள் யந்திரங்கொண்டு ஊதுகிறார்கள். அவ்விதம் தயாரித்த கந்தக-துவி-பிராணையே கந்தகிகாமிலம் தயாரிப்பதற்கு உபயோகப்படுகிறது.

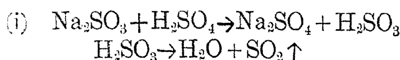


$$4FeS_2 + 11O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2 \uparrow$$

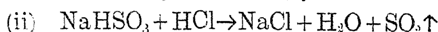
இங்கு வெளிப்படும் வாயுவில், பாஷாணச-பிராணையும் (As_4O_6 Arsenious oxide), கந்தக-த்ரி பிராணையும், தூசி முதலிய அசுத்தங்களும் காணப்படும்; தங்குதொட்டி (Settling Chamber), கரிவடிகட்டி (Coke filter), கந்தகிகாமிலம் வடிந்துகொண்டிருக்கும் கரிஸ்தூபி (Coke tower) முதலியவற்றின்வழியே செலுத்தி அசுத்தங்களை நீக்கி அவ்வாயு பக்குவப்படுத்தப்படும். (பின்னுறுப்பார்க்கவும்.)

நாக-கந்தககிலையையாவது, நிலக்கரி வாயுவைத் தயாரிக்குங்காலுண்டாகும் 'கழிவு-அய-பிராணையை'யாவது (spent iron oxide) காற்றுப்படச் சூடிட்டும் கந்தக-துவி-பிராணை தயாரிக்கப்படுகிறது.

(3) கந்தகசஜங்களையாவது, அமில-கந்தகசஜங்களையாவது கிரிட்ட கந்தகிகாமிலத்துடனாவது அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடனாவது சேர்த்துச் சூடுசெய்ய, கந்தக-துவி-பிராணை வெளிவரும். அது வெளிப்படுவதை அதன் மணத்திலிருந்தும், பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜ விலயனத்தை நிறமற்றதாகச் செய்வதிலிருந்தும், பொட்டாஸிய-துவி-கிரோமிகஜ விலயனத்தில் தோய்த்த கடிதத்தின் கிச்சிலி நிறத்தைப் பச்சையாக மாற்றுவதிலிருந்தும் தெரிந்துகொள்ளலாம்.



$$\text{(i)} \quad Na_2SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2SO_3$$
$$H_2SO_3 \rightarrow H_2O + SO_2 \uparrow$$

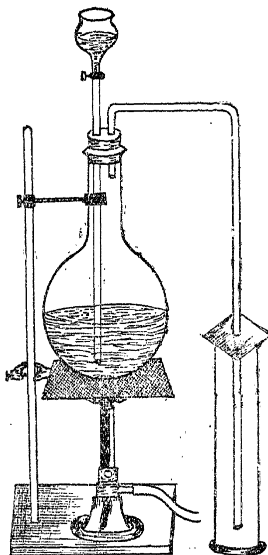


$$\text{(ii)} \quad NaHSO_3 + HCl \rightarrow NaCl + H_2O + SO_2 \uparrow$$

(4) சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தை உரிய க்ஷயகாரிகளுடன் சூடுசெய்ய, கந்தக-துவி-பிராணை வெளிவரும்.

(i) தாமிரம் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் சாதாரண உஷ்ணநிலையில் விகாரிப்பதில்லை. ஆனால் இரண்டை

யுஞ் சேர்த்துச் சூடுசெய்தால், கந்தக-துவி-பிராணை உண்டாகும். ஒரு உருண்டைக் கூஜாவில் தாமிரத்துண்டுகளை யெடுத்து, பெய்குழலும் விடுகுழாயுமுள்ள தக்கைகொண்டு கூஜாவின் வாயை அடைத்து, இரும்புச் சல்லடைமேல் கூஜாவை இரும்புத்தண்டிலுள்ள பிடிப்பின் சாதகத்தால்



கந்தக-துவி-பிராணையைத் தயாரித்தல்

படம் 109

நிற்கவைத்துச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தைச் சேர்த்துக் கூஜாவைச் சூடுசெய்ய, கந்தக-துவி-பிராணை வெளிவரும் (109-வது படம்). வாயுவைச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தின் வழியே குமிழிடவிட அது ஈரமற்றநிலையில் வெளிவரும்.

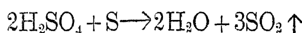


$$Cu + 2H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$$

(ii) தாமிரத்திற்குப் பதிலாக, இரஜதம், இரஸம் இவைகளையும் உபயோகிக்கலாம்.

(iii) நாகம் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் சாதாரண உஷ்ண நிலையிலேயே விகாரித்து, அமிலத்தை முற்றிலும் குறைந்த நிலைக்குக் கொண்டுவந்துவிடும். $H_2SO_4 \rightarrow SO_3 \rightarrow SO_2 \rightarrow S \rightarrow H_2S$.

(iv) சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் கந்தகத்தைச் சேர்த்துச் சூடுசெய்ய, அமிலம் க்ஷயீகரிக்கப்படுவதிலிருந்தும், கந்தகம் பிராணீகரிக்கப்படுவதிலிருந்தும் கந்தக-துவி-பிராணையுண்டாகும்.



$$2H_2SO_4 + S \longrightarrow 2H_2O + 3SO_2 \uparrow$$

(v) சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் கரியைச் சேர்த்துச் சூடு செய்ய, கந்தக-துவி-பிராணையும் கரியமில வாயுவும் உண்டாகும். வாயுக் கலவையைத் தண்ணீரில் செலுத்த, கந்தக-துவி-பிராணை முற்றிலும் கரையும். கரியமிலவாயு அநேகமாய் வெளியேறிவிடும். விலயனத்தைச் சூடு செய்து கந்தக-துவி-பிராணையை அடையலாம்.



$$2H_2SO_4 + C \longrightarrow 2H_2O + 2SO_2 \uparrow + CO_2 \uparrow$$

(5) கந்தகோ-கந்தகிகஜத்துடன் (Thiosulphate) அமிலத்தைச் சேர்த்துச் சூடுசெய்ய, கந்தக-துவி-பிராணை வெளியேறும்; கந்தகம் அவபதிக்கும்.

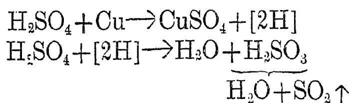


$$Na_2S_2O_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O + SO_2 \uparrow + S \downarrow$$

உலோகங்கள் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்திலிருந்து கந்தக-துவி-பிராணையை வெளியேற்றுவதன் காரணம் என்ன? இவ்விகாரத்திற்குப் பலவித காரணங்களைக் கூறுகிறார்கள். அவைகளில் முக்கியமானவை இரண்டு.

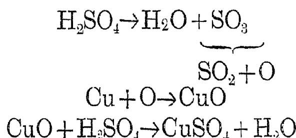
1. உலோகங்கள் அமிலங்களிலிருந்து அப்ஜனகத்தை விலக்குமென்பது நன்கு தெரிந்த விஷயமே; விலக்கப்பட்ட அப்ஜனகம் ஜனித்த க்ஷணத்தில் வீரியம்

பொருந்தியதாகையால், கந்தகிகாமிலத்தை க்ஷயீகரித்து விடுகிறது. ஆகையால்தான் அப்ஜனகம் வெளிவராமல், கந்தக-துவி-பிராணையே வெளிவருகிறது.



$$H_2SO_4 + Cu \rightarrow CuSO_4 + [2H]$$
$$H_2SO_4 + [2H] \rightarrow H_2O + \underbrace{H_2SO_3}_{H_2O + SO_2 \uparrow}$$

2. கந்தகிகாமிலத்தை $H_2O + SO_3$ என்று கருதலாம். SO_3 எளிதில் $SO_2 + (O)$ ஆக மாறும். பிராணவாயு தாமிரத்துடன் சேர்ந்து பிராணையைக் கொடுக்க இப்பிராணை அமிலத்தில் கரைந்து கந்தகிகஜமாக மாறுகிறது.

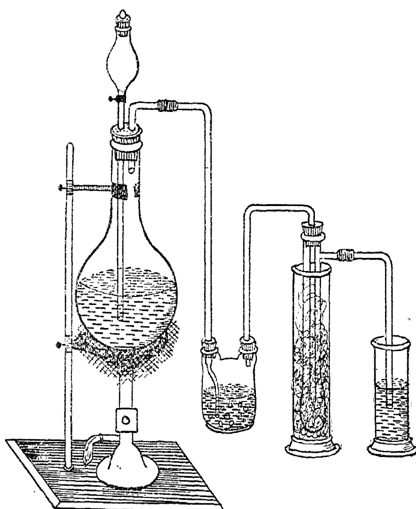


$$H_2SO_4 \rightarrow H_2O + \underbrace{SO_3}_{SO_2 + O}$$
$$Cu + O \rightarrow CuO$$
$$CuO + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2O$$

முதல் சமாதானமே சரியென்று தோன்றுகிறது. ஏனென்றால் சூடான கந்தகிகாமிலத்தில் அப்ஜனகத்தைச் செலுத்த, கந்தக-துவி-பிராணையுண்டாகும். கந்தகிகாமிலம் அப்ஜனக-கந்தகை நிலைக்குக்கூடக் குறைவுபடும். ஆகையால்தான் தாமிரத்துடன் விகாரமேற்பட்ட கூஜாவில் கருந்தாமிர-கந்தகையைக் காணலாம் ($Cu_2S + CuS$ கலவை). வெளிவரும் வாயுவில் சிறிதளவு கந்தக-த்ரி-பிராணையும் அப்ஜனக-கந்தகையும் தோன்றும்.

பௌதிக குணங்கள் :—கந்தக-துவி-பிராணை ஒரு நிறமற்ற அதிகக் காரமணமுள்ள வாயு. அதற்கு எரியுந்தன்மையும் எரிக்குந்தன்மையுங் கிடையா. அதைப் பனிக்கட்டி-உப்பு சேர்ந்த உறை மிச்ரத்தில் குளிர்விக்கப்பட்ட உபகரணத்தில் செலுத்த, அது திரவமாக மாறும் (படம் 110). இன்னும் அதை 3·5 வாயுமண்டல அமுக்க நிலையில் சாதாரண உஷ்ண நிலையிலேயே திரவமாக்கலாம். திரவத்தின் கொதிநிலை—8°ச. திரவம் வாயு ஸ்திதிக்கு மாறும்பொழுது உஷ்ணம் உட்கொள்ளப்படும். இத்தன்மையின் பயனாகவே

அத்திரவத்தைச் சீதள நிலையை யுண்டாக்குமிடத்தும், தண்ணீரை உறைவிக்கச் சிறு யந்திரங்களிலும் உபயோகிக்கிறார்கள். அது திடஸ்திதிக்கும் மாற்றப்படலாம். திடஸ்திதியிலுள்ள பொருளின் உருகுநிலை—76°ச. திரவ-கந்தக-துவி-பிராணையில் சில உப்புக்கள் (உ-ம். பொட்டாஸிய-பாடலகை) கரைந்து மின்னணுக்களாகப் பிரியும். எனவே அவ்விலயனத்தின் வழியே மின்சாரம் செல்லவல்லது.



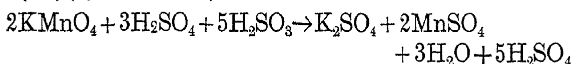
கந்தக-துவி-பிராணையைத் திரவமாக்குதல்

படம் 110

தண்ணீரில் கந்தக-துவி-பிராணை எளிதில் கரையும். அதன் "கரைமானம்" 0°ல் 79·79, 20°ல் 39·37, 40°ல் 18·766. விலயனத்தைக் கொதிக்கவிட்டு அதை முற்றிலும் விலக்கிவிடலாம். அதாவது உஷ்ணமதிகமாக ஆக, கரைமானம் குறைந்துகொண்டே வரும். சுத்தி செய்விக்

கப்படாத கந்தக-துவி-பிராணையைத் தொழில் முறையில் தண்ணீரிற் கரைத்து அவ்விலயனத்தைக் கொதிக்கவிட்டு அதினின்று வெளிவரும் சுத்தமான கந்தக-துவி-பிராணையை அமுக்கித் திரவமாக்குகிறார்கள். ஆகையால் திரவ-கந்தக-துவி-பிராணையுள்ள குண்டினின்று வெளிவரும் வாயு சுத்தமானதென்றே சொல்லிவிடலாம். குண்டைத் தலைகீழாக நிறுத்தி அடைப்பானைத் திறக்க, திரவ-கந்தக-துவி-பிராணை வெளிவந்து பாயும். கந்தக-துவி-பிராணை இரத்தகத்தைக் கெடுக்குந் தன்மை பொருந்தியது. அது ஒரு விஷம். இன்னும் அது பயிர் பச்சைகளுக்குக் கொடிய விரோதி.

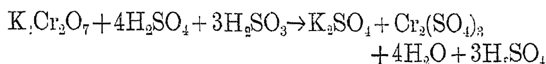
ரஸாயன குணங்கள்:—கந்தக-துவி-பிராணை ஒரு நிலையுள்ள வஸ்துவே. ஆனால் அது அஸம்பூரித சேர்க்கைப் பொருளே (unsaturated compound). ஏனென்றால் பிராணவாயுவுடன் ஐக்கியமாகும்பொழுது கந்தகத்தின் உயர்-ஸம்யோக-சாமர்த்தியம் ஆறு. ஆகையால் அது பிராணவாயுவுடன் சேர்ந்து கந்தக-த்ரி-பிராணையாக மாறும். அல்லது ஒரு அணு கந்தக-துவி-பிராணை இரண்டு ஹரிதக பரமாணுக்களுடன் சேர்ந்து கந்தக-பிராண-ஹரிதகையாகவும் SO_2Cl_2 (Sulphuryl Chloride) மாறும். கந்தக-பிராண-ஹரிதகையைக் கந்தகைல்-ஹரிதகையென்றுஞ் சொல்லலாம். அது (SO_2) கரைந்துள்ள விலயனம் அமில குணமுடையது. அதைக் கந்தசாமில விலயனமென்போம். அவ்விலயனமும் காற்றுப்பட வைக்கப்பட்டால் பிராணவாயுவுடன் சேர்ந்து கந்தகிகாமிலமாக மாறும். ஆகையால் கந்தக-துவி-பிராணையும் கந்தசாமிலமும் க்ஷயகாரிகள். அவ்விரண்டும் பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜ விலயனத்தை நிறமற்றதாகச் செய்யும்.



$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 5H_2SO_3 \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + 5H_2SO_4$$

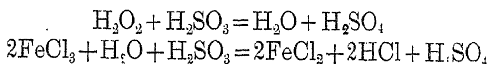
இந்தச் சமீகரணத்தினுதவியால் கொடுக்கப்படும் விலயனத்திலுள்ள கந்தக-துவி-பிராணையைத் திட்ட பலமுள்ள

பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜ விலயனங்கொண்டு அளவிடலாம்.[1] கந்தக-துவி-பிராணையும் அதன் விலயனமும் பொட்டாஸிய-துவி-கிரோமிகஜத்தையும் க்ஷயீகரிக்கும். அதன் விலயனத்தின் கிச்சிலி நிறம் பச்சையாக மாறும்.



$$K_2Cr_2O_7+4H_2SO_4+3H_2SO_3 \rightarrow K_2SO_4+Cr_2(SO_4)_3 +4H_2O+3H_2SO_4$$

பொட்டாஸிய-துவி-கிரோமிகஜ விலயனத்தில் நனைத்த வடிதாள் துண்டைக் கந்தக-துவி-பிராணையில் காட்ட, பச்சைநிறமுண்டாகும். இது கந்தக-துவி-பிராணையைக் காண ஒரு நல்ல சோதனை. இன்னும் அப்ஜனக-பர-பிராணை, அயிக-ஹரிதகை என்பவையும் கந்தசாமிலத்தைக் கந்தகிகாமிலமாகப் பிராணீகரிக்கும்.



$$H_2O_2+H_2SO_3=H_2O+H_2SO_4$$
$$2FeCl_3+H_2O+H_2SO_3=2FeCl_2+2HCl+H_2SO_4$$

கந்தக-துவி-பிராணையும் அதன் விலயனமும் சலவைப் பொருள்கள். சலவை க்ஷயீகரணத்தின் விளைவு. (ஹரிதகத்தின் சலவை செய்யுங் குணம் பிராணீகரணத்தின் விளைவு). சாயம் அப்ஜனகத்துடன் சேர்ந்து நிறமற்ற பொருளாக (leuco-base) மாறுகிறது. ஆனால் சிறிது நேரங் கழித்துப் பழைய வர்ணம் திரும்பி வந்துவிடும். ஆனதுபற்றியே ஹோம்யார்ட் (Holmyard) என்ற நூலாசிரியர் வேடிக்கையாக எழுதுகிறார் :—" வைக்கோலால் செய்யப்பட்ட தொப்பிகள் கந்தக-துவி-பிராணையால் வெளுக்கப்படுகின்றன ; சில வாரம் அணிந்தபிறகு மஞ்சள் நிறம் திரும்பி வந்துவிடும். ஆகையால் மறுபடியும் மறுபடியும் தொப்பிகளைப் புதிதாக வாங்கவேண்டி நேரிடுகிறது. அப்படியிருந்தும் ரஸாயன சாஸ்திரத்தால்

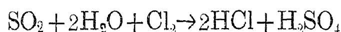
[1] கந்தக-துவி-பிராணையின் சமான எடை

$$=\frac{\text{அணுபாரம்}}{2}=\frac{64\cdot06}{2}=32\cdot03.$$

1 க. ச. மீ. பரமாங்கனிகஜ விலயனம் $=0\cdot032$ கி. கந்தக-துவி-பிராணை.

தொழிலாளிகளுக்கும் வியாபாரிகளுக்கும் என்ன பிரயோஜனம்? என்று ரஸாயன சாஸ்திரத்தின்மேல் குற்றஞ் சாட்டுகிறார்கள்!!" "மஜெண்டா" (magenta) என்னுஞ் சாயம் கந்தக-துவி-பிராணையுடன் சேர, வெளுத்துவிடும். இந்நிறமற்ற விலயனத்துடன் ஏதாவது ஓர் அமிலஞ் சேர்ந்தாலும் அல்லது அதைக் காற்றுப்பட வைத்தாலும், சூடு செய்தாலும் பழைய சிவப்பு நிறம் திரும்பத் தோன்றும்.

கந்தக-துவி-பிராணை ஹரிதக இனங்களுடன் சேர்ந்து அவைகளை க்ஷயீகரிக்கும். (உ-ம்.) ஹரிதக விலயனத்தில் கந்தக-துவி-பிராணையைச் செலுத்த ஹரிதகம் அப்ஜனக-ஹரிதகை நிலைக்கு க்ஷீணிக்கும். ஆகையால் கந்தக-துவி-பிராணை "ஹரிதக-நாசனி" (anti-chlor.)



$$SO_2 + 2H_2O + Cl_2 \rightarrow 2HCl + H_2SO_4$$

கந்தக-துவி-பிராணையிருக்கும் ஜாடியில் சூடான ஸீஸ-துவி-பிராணையைப் போட விகாரத்தில் ஒளியைக் காணலாம். அவ்வித விகாரங்களில் ஸீஸ-துவி-பிராணை ஸீஸ-கந்தகிகஜமாகவும் அதேவிதமாக ஸோடிய-பர-பிராணை ஸோடிய-கந்தகிகஜமாகவும் மாறும்.

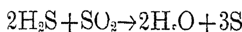


$$PbO_2 + SO_2 \rightarrow PbSO_4$$



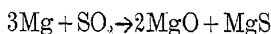
$$Na_2O_2 + SO_2 \rightarrow Na_2SO_4$$

அப்ஜனக-கந்தகையுடன் சேர்ந்து விகாரிக்கும் பொழுது கந்தக-துவி-பிராணை ஒரு வர்த்தனிபோல் நடிக்கிறது.



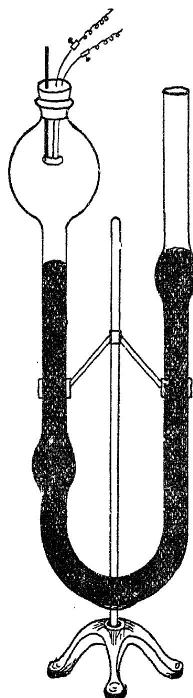
$$2H_2S + SO_2 \rightarrow 2H_2O + 3S$$

கந்தக-துவி-பிராணை எரியவிடுந் தன்மையுடையதில்லை யென்று சொன்னோமல்லவா? ஆனால் அவ்வாயுவில் கொளுத்திய மாக்னீஸிய நாடாவைத் தணிக்க நாடா எரிந்து கொண்டே இருக்கும். மாக்னீஸிய-பிராணையும் மாக்னீஸிய-கந்தகையுமுண்டாகும்.



$$3Mg + SO_2 \rightarrow 2MgO + MgS$$

அதேவிதமாக, கந்தக-துவி-பிராணையில் இரும்பைச் சூடு செய்ய இரும்புகந்தகையும், இரும்புப்பிராணையும் (ஒளியுடன்) உண்டாகும்.



கந்தக-துவி-பிராணையின் சங்கலனத்தை அளவிடுதல்

படம் 111

சங்கலனம் :—111-வது படத்திற் காட்டிய உபகரணத்தின் உதவியால் கந்தக-துவி-பிராணையின் சங்கலனத்தைக் கண்டுபிடிக்கலாம். சிறிய கிண்ணத்தில் கந்தகத்தை எடுத்துக் குண்டிற்குள் பிராணவாயுவைச் சேகரித்து

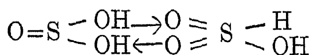
அடைப்பானை மூடவும். இரஸத்தை வேண்டிய அளவு திருகு-அடைப்பானைத் திறந்து வெளிவிட்டு, உள்ளிருக்கும் பிராணவாயுவின் அமுக்கநிலை வாயுமண்டல அமுக்கநிலைக்குச் சமமாயிருக்கும்படி செய்யவும். பிறகு, மின்சாரத்தைக் கந்தகத்தில் அமிழ்த்தப்பட்டிருக்கும் பிளாடினக் கம்பி வழியாகச் செலுத்த, கம்பி சூடாகிச் சிவந்து கந்தகத்தை எரியச் செய்யும். உடனே மின்சார ஓட்டத்தை நிறுத்திவிடவும். பிராணவாயு முழுவதும் உட்கொள்ளப்பட்டவுடன் எரிதல் நின்றுவிடும். உபகரணம் நன்ருய்க் குளிர்ந்தவுடன் உபகரணத்தின் இருபுஜங்களிலும் இரஸம் ஒரே மட்டத்தில் நிற்கும். அதாவது விகாரத்தின் முடிவிலும் அமுக்கநிலை மாறவில்லை. ஆகையால் பருமனிலும் வித்தியாசமேற்படவில்லை.

இதிலிருந்து ஒரு பரும கந்தக-துவி-பிராணையில் அதே பரும பிராணவாயு இருக்கிறதென்று தெரியவருகிறது. அவோகாட்ரோ நியாயத்தின்படி கந்தக-துவி-பிராணையின் சங்கேதம் S_xO_2 ஆக இருக்கவேண்டும். அவ்வாயுவின் அணுபாரம் 64 என்று தெரியவருகிறது. ஓரணுவிலுள்ள கந்தகம் $= 64 - 32$ (பிராணவாயு) $= 32$. கந்தகத்தின் பரமாணுபாரம் $= 32$. ஆகையால் $x = 1$. வாயுவின் சங்கேதம் SO_2.

கந்தசாமிலம் H_2SO_3[1]. (Sulphurous Acid)

கந்தக-துவி-பிராணை, தண்ணீரில் கரைந்து கந்தசாமில விலயனத்தைக் கொடுக்கிறது. கந்தசாமிலத்தைச் சுத்த நிலையில் தயாரிக்க முடியாது. சூட்டில் அது தண்ணீராகவும் கந்தக-துவி-பிராணையாகவும் பிரியும். கந்தசாமிலம்

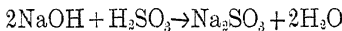
1. இவ்வமிலம் இரு அமைப்புள்ளது. விலயனத்தில் இரு வகையும் காணப்படும்.



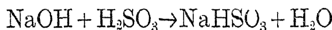
$$O=S \begin{matrix} - OH \rightarrow O \\ - OH \leftarrow O \end{matrix} \gtrless S \begin{matrix} - H \\ - OH \end{matrix}$$

இது விவரத்திற்கு உயர்தர நூல்களைப் பார்க்கவும்.

துவி-க்ஷார த்வ அமிலம். ஆகையால் அதிலிருந்து இரண்டு வகை அமிலஜங்களைத் தயாரிக்கலாம்.

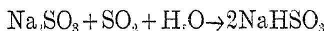


$$2NaOH + H_2SO_3 \rightarrow Na_2SO_3 + 2H_2O$$



$$NaOH + H_2SO_3 \rightarrow NaHSO_3 + H_2O$$

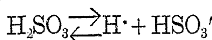
ஸோடிய-கந்தசஜ (Na_2SO_3) விலயனத்தில் கந்தக-துவி-பிராணையைச் செலுத்த ஸோடிய-அப்ஜனக-கந்தசஜம் (Sodium bisulphite) உண்டாகும்.



$$Na_2SO_3 + SO_2 + H_2O \rightarrow 2NaHSO_3$$

அவ்வுப்பு ஓரமில உப்பு. கந்தசஜம் Na_2SO_3 நடுநிலை உப்பு.

ஸோடிய-கந்தசஜம் தண்ணீரில் கரைய நீர் வியோகமடையும். ஏனென்றால் கந்தசாமிலம் ஒரு பலமுள்ள ஏக-க்ஷாரத்வ அமிலமாகவும் பலமற்ற துவி-க்ஷாரத்வ அமிலமாகவும் இருக்கிறது.



$$H_2SO_3 \rightleftarrows H^{\cdot} + HSO_3'$$



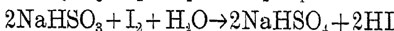
$$HSO_3' \rightleftarrows H^{\cdot} + SO_3''$$

க்ஷாரலோக-கந்தசஜங்களைத் தவிர மற்ற கந்தசஜங்கள் தண்ணீரில் கரையா.

கந்தசஜங்களும், அமில-கந்தசஜங்களும் (Acid Sulphites or bisulphites) அமிலங்களுடன் விகாரிக்க, கந்தக-துவி-பிராணை வெளிவரும். அவ்விருவகை உப்புக்களும் க்ஷயகாரிகள். வர்த்தனிகளுடன் விகாரிக்க முறையே கந்தகிகஜங்களாகவும் அமில-கந்தகிகஜங்களாகவும் (Acid Sulphates) விருத்தியாகும்.



$$Na_2SO_3 + I_2 + H_2O \rightarrow Na_2SO_4 + 2HI$$

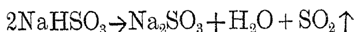


$$2NaHSO_3 + I_2 + H_2O \rightarrow 2NaHSO_4 + 2HI$$

அவ்விருவகைகளைப் பகுத்தறிவிக்கக்கூடிய சோதனைகள் :—

அமில-கந்தசஜங்கள் லிட்மஸைச் சிவப்பாக்கும். கந்தசஜங்கள் லிட்மஸின் நிறத்தை மாற்றாது அல்லது

சிறிதளவு நீலமாக மாற்றும் (உ-ம்.) ஸோடிய-கந்தசஜம். கந்தசாமிலம் பலமற்ற அமிலமாயிருப்பதே இதற்குக் காரணம். அமில-கந்தசஜங்களைச் சூடு செய்ய, கந்தக-துவி-பிராணை வெளிவரும். அதை உரிய சோதனைகளால் கண்டுகொள்ளலாம்.



$$2NaHSO_3 \rightarrow Na_2SO_3 + H_2O + SO_2 \uparrow$$

Na_2SO_3 ஆனது Na_2SO_4 ஆகவும் பின்னால் மாறலாம்.

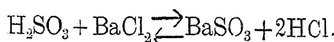
பொதுவாகக் கூறுமிடத்து கந்தசஜத்தைச் சூடு செய்யக் கந்தக-துவி-பிராணை வெளி வராது. அது கந்தகிகஜமாகவும் கந்தகையாகவும் மாறும்.



$$4Na_2SO_3 \rightarrow 3Na_2SO_4 + Na_2S$$

விளைந்த பொருளின்மேல் அமிலத்தை வார்க்க, துர்நாற்றமுள்ள அப்ஜனக-கந்தகை வெளிவருவதைக் காணலாம்.

பேரிய-ஹரிதகை விலயனத்துடன் இரண்டும் வெளுத்த அவபதிதங்களைக் கொடுக்கும். பேரிய-கந்தசஜமும், பேரிய-அமில-கந்தசஜமும் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தில் கரைந்துவிடும் (பேரிய கந்தகிகஜமும் அமில-கந்தகிகஜமும் கரையமாட்டா.) அவ்விருவகை உப்புக்களும் பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜ-விலயனத்தை நிறமறச் செய்யும். இரண்டும் இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்துடன் விகாரிக்க, வெளுத்த அவபதிதமுண்டாகும். (Ag_2SO_3, $AgHSO_3$). கந்தசாமில விலயனத்துடன் பேரிய-ஹரிதகை விலயனத்தைச் சேர்க்க அநேகமாய் அவபதிதம் ஏற்படாது. ஏனெனில்



$$H_2SO_3 + BaCl_2 \rightleftarrows BaSO_3 + 2HCl.$$

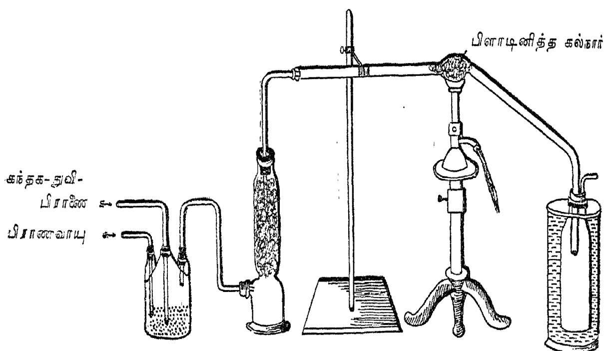
பேரிய-கந்தசஜம் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தில் எளிதிற் கரையும். மேற்கண்ட விலயன மிச்ரத்துடன் அமோனியா விலயனத்தைச் சொட்டுச் சொட்டாகச் சேர்க்க விலயனம் வெளுக்கும்; வெண்ணிறமுள்ள அவபதிதம் அதிகப்

பட்டுக்கொண்டே வரும். அமோனியா, விகாரத்தில் விளை யும் அமிலத்தைக் காரமழித்தலே அத்தோற்றத்திற்குக் காரணம். முன் விகாரம் அதிகம் நடக்கும்.

உபயோகங்கள் :—கந்தக-துவி-பிராணை கந்தகிகாமி லத்தைத் தயாரிக்க உபயோகப்படுகிறது. திரவ-கந்தக-துவி-பிராணை குளிர்ச்சி செய்யும் பொருளாக உபயோகப் படுகிறது. கந்தசஜங்கள், பான சாராய வகைகளையும் இறைச்சி முதலியவைகளையும் கெடாமலிருக்கச் செய்யும் வஸ்துக்கள். கிருமிகளைக் கொல்லுவதிலும் பூஞ்சக்காளம் முதலியவைகளை அழிப்பதிலும் கந்தக-துவி-பிராணை உபயோகப்படுகிறது. சர்க்கரை தயார் செய்யும்பொழுது, அது சுண்ணும்பை விலக்கும். வைக்கோல், உரோமம், பட்டு முதலியவைகளை வெளுக்கச்செய்யும். காகிதம் தயார் செய்யும்பொழுது, மரக்கூழிலிருந்து (wood pulp) லிக்னினைப் (lignin 30%) பிரித்துச் சுத்தமான ஸெலு லோஸைத் (cellulose 70%) தயாரிக்க, கால்ஸிய-அமில-கந்தசஜத்தை (Calcium bisulphite $Ca(HSO_3)_2$) உபயோ கிக்கிறார்கள். லிக்னின் கால்ஸிய-அமில-கந்தசஜ விலயனத் தில் கரைந்துவிடும். சுமார் 2 லக்ஷம் டன் கந்தகம் ஒவ்வோ ராண்டிலும் இவ்வுப்பாக மாற்றப்படுகிறது. ஸோடிய-அமில-கந்தசஜ விலயனத்தை வற்றவைத்துத் தயாரித்த ஸோடிய-மித-அமில-கந்தசஜம் (Sodium metabisulphite $Na_2S_2O_5$) புகைப்படந் தயாரிக்கும் வேலைகளிலுபயோகப் படுகிறது. சேதன ரஸாயனத்தில் ஸோடிய-அமில-கந்த சஜங்கொண்டு அல்டிஹைட் (Aldehyde), கிடோன் (Ketone) என்பவற்றைச் சுத்திசெய்கிறார்கள். அவ்வுப்பு மேலே குறிப்பிட்ட பொருள்களுடன் சேர்ந்து 'கூட்டுப் பொருள்களைத்' (Additive Compounds) தரும். அவை அழகிய ஸ்படிகங்களாகத் தோன்றுபவை. கந்தசாமில மும் கந்தசஜங்களும் ஹரிதக-நாசனிகள்.

கந்தக-த்ரி-பிராணை (Sulphur tri-oxide)

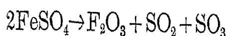
சரித்திரம்:—15-ம் நூற்றாண்டிலேயே வாலென்டைன் (Valentine) என்பவர் கந்தக-த்ரி-பிராணையைத் தயாரித்ததாகத் தெரியவருகிறது. அவர், அதற்குப் "பரிசனவேதியுப்பு" (Philosophical Salt) என்று பெயரிட்டார். 1777-ம் வருஷம் ஷீலே நீரற்ற கந்தகிகாமிலமென்று அதைக் கண்டார். 1875-ம் வருஷம் விங்க்ளர் (Winkler) என்பவர் கந்தக-துவி-பிராணையும் பிராணவாயுவும் நன்றாய்ப் பொடி செய்யப்பட்ட பிளாடினத் தூளுதவியால் (ஸ்பர்சகர்த்தா) ஐக்கியமாகிக் கந்தக-த்ரி-பிராணையைக் கொடுக்குமென்று கண்டார்.



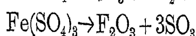
கந்தக-த்ரி-பிராணையைத் தயாரித்தல்

படம் 112

தயாரித்தல்:—அயச-கந்தகிகஜத்தையாவது, அயிக கந்தகிகஜத்தையாவது நன்றாய்ச் சூடுசெய்ய, கந்தக-த்ரி-பிராணை வெளிவரும்.

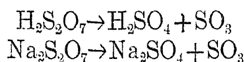


$$2FeSO_4 \rightarrow F_2O_3 + SO_2 + SO_3$$



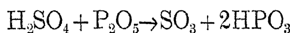
$$Fe(SO_4)_3 \rightarrow F_2O_3 + 3SO_3$$

"நார்டாஸன" கந்தகிகாமிலத்தைக் காய்ச்சி வடித்தும் ஸோடிய-உஷ்ண-கந்தகிகஜத்தை நன்றாய்ச் சூடு செய்தும் கந்தக-த்ரி-பிராணையைத் தயாரிக்கலாம்.



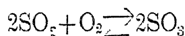
$$H_2S_2O_7 \rightarrow H_2SO_4 + SO_3$$
$$Na_2S_2O_7 \rightarrow Na_2SO_4 + SO_3$$

சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணையைச் சேர்த்து இளஞ் சூடு காட்ட (60°) கந்தக-த்ரி-பிராணையும், மிதபாஸ்வரிகாமிலமுமுண்டாகும். பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணை ஒரு நல்ல நீர் விலக்கும் பொருளல்லவா?



$$H_2SO_4 + P_2O_5 \rightarrow SO_3 + 2HPO_3$$

கந்தகம் காற்றிலெரியும்பொழுது சிறிதளவு கந்தக-த்ரி-பிராணையுண்டாகும். கந்தக-துவி-பிராணையும் பிராணவாயுவும் நேரே ஸம்யோகிக்க மாட்டா. கந்தக-துவி-பிராணையைப் பிராணவாயுவுடன் சூடுசெய்ய ஸம்யோக விகாரம் மெதுவாக நடக்கும். ஆனால் அது விபரீதிவிகாரம்.

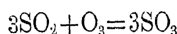


$$2SO_2 + O_2 \rightleftarrows 2SO_3$$

முன் விகாரம் உஷ்ணம் வெளிவிடும் விகாரம். ஆகையால் உஷ்ணத்தை அதிகப்படுத்த, சாம்யஸ்திதிமிச்ரத்தில் த்ரி-பிராணை குறைவாகவே இருக்கும். சாமியஸ்திதியில், 400°ச-ல் 98·5% அளவினும், 700°ச-ல் 60% அளவினும், 900°ச-ல் அநேகமாய் 0% அளவினும் த்ரி-பிராணை அமைந்திருக்கும். ஆகையால், விளைவை அதிகப்படுத்த, 400°ச உஷ்ண நிலையே உரியதென்று தோன்றுகிறது. ஆனால் அந்நிலையில், விகாரம் மிக மெதுவாகவே நடக்கவல்லது. ஆனால் விகாரமண்டலத்தில் ஒரு ஸ்பர்சகர்த்தா, பிளாடினித்தகல்நார், இருக்குமேயானால், ஸம்யோகம் அநேகமாய் முற்றிலும் நடைபெறும். உஷ்ணம் 450°ச-க்கு மேற்பட்டால், கந்தக-த்ரி-பிராணை வியோகிக்க ஆரம்பிக்கும். உஷ்ணம் 400°ச-க்குக் குறைவுபட்டிருந்தால் த்ரி-பிராணையின் விளைவு மிகக் குறைவாயுமிருக்கும். ஆகையால் 450°ச-ல் பிளாடினித்தகல்நார்மேல் கந்தக துவி-பிராணையும் பிராண

வாயுவுஞ் சேர்ந்த கலவையைச் செலுத்தி, வெளிவருவதை உறைமிச்ரத்திலுள்ள பாத்திரத்தின் வழியே செலுத்த, அப்பாத்திரத்தில் த்ரி-பிராணை ஸ்படிகக் கட்டியாய்ப் படியும். அமுக்கத்தைச் சிறிதளவு அதிகப்படுத்தினால் விளைவுமதிகப்படும். இதை அடிப்படையாகக்கொண்டே கந்தகிகாமிலம் ஸ்பர்சமுறையால் (Contact Process) தயாரிக்கப்படுகிறது.

கந்தக-துவி-பிராணையும் ஓஸோனும் நேரே ஸம்யோகிக்க, கந்தக-த்ரி-பிராணை விளையும்.

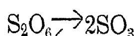


$$3SO_2+O_3=3SO_3$$

ஓஸோன் முற்றிலும் பிராணீகரணத்தில் ஈடுபடும் அரிய விகாரங்களில் இது ஒன்று.

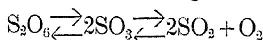
பாக்கியஜனகப் பிராணைகள் கந்தக-துவி-பிராணையை விருத்திசெய்ய வல்லவை. இக்குணங்கொண்டே அறைமுறையால் (Chamber Process) கந்தகிகாமிலம் தயாரிக்கப்படுகிறது. கந்தக-துவி-பிராணை, காற்று, பாக்கியஜனகப் பிராணைகள் நீராவி என்பவை விகாரித்துக் கந்தகிகாமிலத்தைக் கொடுக்கும். இதைப்பற்றி விரிவாய்ப் பின்னுற் கூறுவோம்.

பௌதிக குணங்கள் :—சாதாரண உஷ்ண நிலையில் கந்தக-த்ரி-பிராணை திரவஸ்திதியிலுள்ளது. கொதிநிலை 45°ச.; உருகுநிலை 17°ச திடஸ்திதியிலுள்ளதை 18°ச-லேயே சற்றுநேரம் வைத்துவைக்க வேறுவிதமான த்ரி-பிராணை உண்டாகும். அது கல்நாரைப்போல் ஊசி வடிவங் கொண்ட ஸ்படிகங்களாகக் காணப்படுகிறது. அது சற்று நிலையுள்ளதென்றே சொல்லவேண்டும். சூடு செய்தால், 50°ச-ல், திரவஸ்திதிக்கு உருகாமல், ஆவியாய்ப் பரிணமிக்குங் குணமுடையது. ஆகையால் அது, $(SO_3)_2$ ஆக இருக்கவேண்டும்—(பஹுரூப சம அம்சத்வம்)



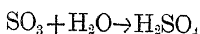
$$S_2O_6 \rightleftarrows 2SO_3$$

S_2O_6 அணுக்கள் உஷ்ணமதிகரிக்க SO_3 அணுக்களாகவே மாறும். உஷ்ணம் இன்னுமதிகரிக்குமேயானால் SO_3 அணுக்களும் SO_2 அணுக்களாகவும் பிராணவாயுவாகவும் மாறும். 1000°ல் வியோகம் முற்றிலும் ஏற்படும்.



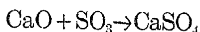
$$S_2O_6 \rightleftarrows 2SO_3 \rightleftarrows 2SO_2 + O_2$$

ரஸாயன குணங்கள் :—கந்தக-த்ரி-பிராணை வெகு ஆவலோடு தண்ணீருடன் சேர்ந்து கந்தகிகாமிலமாக மாறும்.



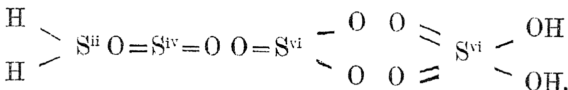
$$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$$

அது சில சுன்னங்களுடன் (basic oxides) சேர்ந்து அமிலஜங்களைக் கொடுக்கும். அவ்விகாரத்தில் சூடும் ஒளியும் தோன்றும்.



$$CaO + SO_3 \rightarrow CaSO_4$$

அது அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் விகாரித்து ஹரிதகோ-கந்தகோனிகாமிலத்தை (Chlorosulphonic acid) $Cl-SO_2-OH$ கொடுக்கும். சில விசேஷ சந்தர்ப்பங்களில் அது பிராணவாயுவுடன் ஸம்யோகித்துக் கந்தக-ஸப்த-பிராணையையும் S_2O_7 (Sulphur heptoxide), கந்தகத்துடன் ஸம்யோகித்துக் கந்தக-ஏகார்த்த-பிராணையையும் S_2O_3 (Sulphur sesquioxide) கொடுக்கும். கந்தக-த்ரி-பிராணையிலும் கந்தகிகாமிலத்திலும் கந்தகம் உயர்ந்த ஸம்யோக சாமர்த்தியத்தைக் காட்டுகிறது. அங்கு ஸம்யோக சாமர்த்தியம் ஆறு.



$$\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!>S^{ii} \quad O=S^{iv}=O \quad O=S^{vi}\!\begin{matrix}-O\\-O\end{matrix} \quad \begin{matrix}O\\O\end{matrix}\!=\!S^{vi}\!\begin{matrix}-OH\\-OH.\end{matrix}$$

கந்தக-த்ரி-பிராணை சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தில் கரைந்து புகையும் கந்தகிகாமிலத்தைக் (Fuming Sulphuric Acid $H_2S_2O_7$) கொடுக்கும்.[1] இதற்கு 'உஷ்ணா-

[1] கந்தக-த்ரி-பிராணை தண்ணீருடன் கலந்து பல நீர்ப் பொருள்களைக் கொடுக்குமென்று கருதலாம். H_2SO_4 ஐ SO_3H_2O என்றும் $H_2S_2O_7$-ஐ $2SO_3H_2O$ என்றுங் குறிப்பிடலாம்.

கந்தகிகாமிலம்' (Pyrosulphuric Acid) 'நார்டாஸன் கந்தகிகாமிலம்' (Nordhausen Sulphuric Acid) என்ற வேறு பெயர்களும் உண்டு.

கந்தகிகாமிலம் (Sulphuric acid)

சரித்திரம் :—கந்தகிகாமிலம் வெகுநாட்களுக்கு முன்னேயே தெரிந்த பொருள். ரஸவாதிகள் அவ்வமிலத்தைத் தயாரித்திருக்கின்றனர். தென்னிந்திய வைத்தியர்களில் அநேகர், இவ்வமிலத்தை, கந்தகத்தையும் சிறிதளவு வெடியுப்பையுஞ் சேர்த்துப் பலமுள்ள மண்பாண்டங்களைக் கொண்டு காய்ச்சி வடிக்கும் முறையால் வெகு காலத்திற்கு முன்பே தயாரித்திருக்கிறார்கள். "ஹிந்துக்கள் தயாரித்த கந்தக்-க-அத்தர், கீழ்நாடுகளில் வழங்கிவந்தது. தென்னிந்தியாவில் பல நூற்றாண்டுகட்கு முன்பே, அது தயாரிக்கப்பட்டிருக்கிறது" என்று ஒரு மேல்நாட்டு விஞ்ஞானி எழுதியிருக்கிறார்.

1675-ல் லெமெரி (Lemery) என்பவர் கொஞ்சந் தண்ணீருள்ள கிண்ணத்தின்மேல் கந்தகத்தையும் வெடியுப்பையும் சேர்த்துக் காற்றுப்பட ஒரு கண்ணாடிக் கூண்டிற்குள் எரித்துக் கந்தகத்திராவகத்தைத் தயாரித்தார். இம்முறையையொட்டி வார்ட் (Ward) என்னும் ஒரு பாமர வைத்தியர் 1740-ல் லண்டன் நகருக்குப் பக்கத்திலுள்ள ரிச்மண்ட் (Richmond) என்னுமிடத்தில் ஒரு சிறிய தொழிற்சாலையை ஸ்தாபித்தார். கந்தகத்தையும் வெடியுப்பையும் இரும்புக் குண்டுகளிற் சூடுசெய்து தண்ணீருள்ள கண்ணாடிக் கலங்களிற் சேகரித்துப் பின்பு விலயனத்தைக் கண்ணாடிப் பாத்திரங்களிலெடுத்து மணல்தட்டுகளில் வைத்துச் சூடிட்டு வற்றவைத்தார். இம்முறையில் பலதடவை கண்ணாடிக் கலங்கள் உடைந்து தீங்கை விளைவித்தன. இத்துன்பங்களை நீக்க, 1746-ல் ரோபக் (Roebuck) என்பவர் கண்ணாடிக் கலங்களுக்குப் பதிலாக ஆறடி அகலமுள்ள காரீய-அறைகளை அமைத்தார்.

பிராஞ்சு தேசத்தில் 1766-ல் ஹோல்கர் (Holker) என்பவர் இவ்வறைமுறைத் தொழிற்சாலையொன்றை ஏற்படுத்தினர். 1774-ல் லா பாலி (La Follie) என்பவர் அறைகளுக்குள் நீராவித்தாரைகளைச் செலுத்தினார். க்ளெமெண்ட், டிஸார்ம்ஸ் (Clement and Desormes) என்பவர் செய்த ஆராய்ச்சிகளின் பயனாக, அறைகளுக்குள் காற்றோட்டம் இருக்கவேண்டிய அவசியமும் அதனாலேற்படும் லாபமும் வெளிப்பட்டன. அறைக்குள் நடக்கும் ரஸாயன விகாரங்களின் போக்குகளை அறிந்து பாக்கியஜனகப் பிராணிகள் செய்யும் வேலையை உணர்ந்து வியாக்கியானஞ் செய்தவர் இவ்விருவரே. இதற்குமுன் 100 பங்கு கந்தகத்திலிருந்து 130 பங்கு அமிலமே விளைந்தது. இந்நாளிலோ, விளைவு இரட்டிப்புக்குமேல் கிடைக்கிறது. பல உலைகளில் கந்தகத்தை எரித்து உண்டாகிய கந்தக-துவி-பிராணிதை ஒன்று வாங்கி, பாக்கியஜனகப்பிராணிகள், காற்று, நீராவி என்பவற்றுடன் கலந்து, கலவையை அறைகளுக்குள் செலுத்தி, 1810-ல் ஹோல்கர் விகாரத்தை நடத்தினர். 1818-ல், கந்தகத்திற்குப்பதிலாக இரும்புகந்தகச் சிலையையும் உபயோகித்துக் கந்தக-துவி-பிராணியைத் தயாரித்து ஹில் (Hill) மேற்படி தொழிலில் உபயோகித்தார். 1827-ல் கே-லுஸாக் ஸ்தூபியும் (Gay-Lussac Tower) 1857-ல் க்ளவர் ஸ்தூபியும் (Glover's Tower) இம்முறையிற் கையாளப்பட்டன. இதுவே, அப்பாமர வைத்தியர் கையாண்ட அபக்குவமான முறையிலிருந்துண்டாகி ஆங்காங்கு சீர்திருந்தி வளர்ந்து இந்நாளில் அனுசரிக்கப்படும் 'காரீய-அறை முறை' யின் (Lead Chamber Process) சரித்திரமாகும். விங்க்ளர் (Winkler) கண்டுபிடித்த முறையைத் தழுவியே தற்காலத்தில் அநேக இடங்களில் இவ்வமிலம் 'ஸ்பர்ச-முறையால்' (Contact Process) தயாரிக்கப்படுகிறது. ஒவ்வோராண்டும் ஒருகோடி டன் அமிலந் தயாரிக்கப்பட்டு, ஒவ்வொரு தொழிலும் உபயோகிக்கப்பட்டு வருகிறது.

அறை முறையே பழமையானது; அநேக இடங்களில் அனுசரிக்கப்பட்டும் வருகிறது. தென்னிந்தியாவில் ராணிப்பேட்டை என்னும் இடத்திலும் வட இந்தியாவில் கல்கத்தாவிலுள்ள வங்காள ரஸாயன ஔஷத தொழிற்சாலையிலும் மற்றுமுள்ள தொழிற்சாலைகளிலும் இம்முறையே அனுசரிக்கப்படுகிறது.

அறை முறையை ஒருவிதமாகச் சோதனைச்சாலையில் பின்வருமாறு செய்துகாட்டலாம்: 113-வது படத்தில் காட்டியபடி உபகரணத்தைச் சோடிக்கவும்.

ஐந்து துளைகளுள்ள ஒரு தக்கையைப் பெரிய கண்ணாடிக் கூஜாவின் வாயிலடைத்து, ஒவ்வொரு துளையிலும் ஏற்ற கண்ணாடிக் குழாய்களைச் செருகவும். கந்தக-துவி-பிராணை, பாக்கியஜனகப்பிராணைகள்[1], காற்று அல்லது பிராணவாயு, நீராவி என்ற இவைகள் நான்கு குழாய்களின் வழியே செல்லும். ஐந்தாவது ஒரு வெளிப்போக்குக் குழாய். நீராவியைத்தவிர மற்ற மூன்று வாயுக்களையும் கூஜாவிற்குள் செலுத்த, பளபளப்பான "அறை ஸ்படிகங்கள்" (Chamber Crystals) உண்டாகிக் கூஜாவின் உட்பக்கம் முழுவதும் படிந்து நிற்கும்.

அச்சமயத்தில் நீராவியைச் செலுத்த, ஸ்படிகங்கள் "சொர்" என்று கரைந்துவிட, கந்தகிகாமில விலயனமுண்டாகும். அப்பொழுது கூஜாவிலுள்ள வாயுக்கலப்பின் நிறம் அதிகச் சிவப்பாகத் தோன்றும். அச்சிவப்பு நிறந் தோன்றுவது ஸ்படிகங்கள் தண்ணீரிற் கரைந்தவுடன் கக்கிய பாக்கியஜனக-பர-பிராணையாலேதான்.

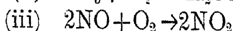
இவ்விகாரத்தைச் சுலபமாக அடியிற்கண்ட சமீகரணங்களால் தெளிவுபடுத்தலாம்.



(i) $SO_2 + NO_2 \rightarrow SO_3 + NO$

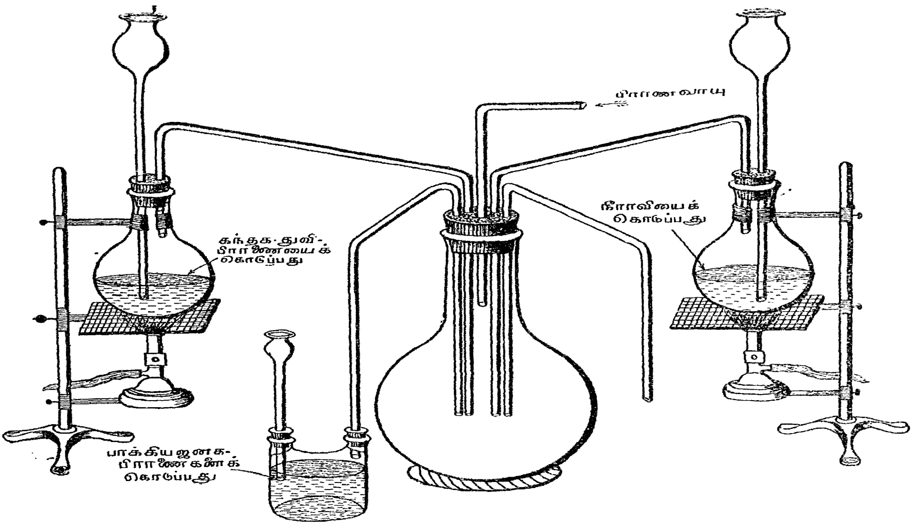


(ii) $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$



(iii) $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$

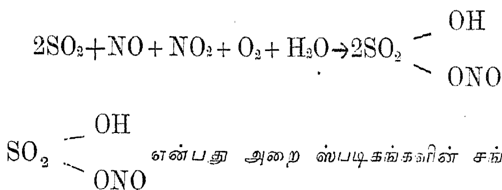
[1] நீரிட்ட பாக்கியகாமிலத்தைத் தாமிரத் துணிக்குகளுடன் விகாரிக்கச் செய்து வெளிவரும் வாயுவை உபயோகிக்கவும்.



கந்தகிகாமிலத்தைத் தயாரித்தல். சோதனைசாலைமுறை. அறைமுறையையொட்டியது.

படம் 113

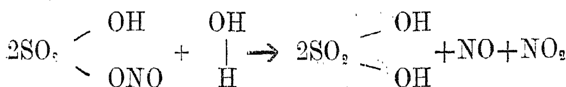
கந்தக-துவி-பிராணை பிராணவாயுவுடன் ஸம்யோகித்து த்ரி-பிராணையைக் கொடுப்பதைவிட, கந்தக-துவி-பிராணை எளிதில் பாக்கியஜனக-பர-பிராணையுடன் விகாரித்து விருத்தியடையும். ஆகையால்தான் கந்தககாமிலம், இச் சுற்றலான முறையில் எளிதிலுண்டாகிறது. முதல் சமீகரணத்தில் காட்டிய பாக்கியமிக-பிராணை (NO) மூன்றுவது சமீகரணத்தில் காட்டியபடி எளிதில் பாக்கியஜனக-பர-பிராணையாக மாறும். ஆனதுபற்றியே, சிறிதளவு பாக்கியஜனக-பர-பிராணை எல்லை கடந்த அளவில் கந்தக-துவி-பிராணையைக் கந்தககாமிலமாக மாற்ற வல்லமையுடையதாயிருக்கிறது. ஆனால் வேறு சில பக்க விகாரங்கள் நடப்பதால், பாக்கியஜனக-பர-பிராணையின் அளவும் வீரியமும் சிறிதளவு குறைவுபடும் என்று அனுபவத்தால் தெரியவருகிறது. ஆகையால் விகாரஞ் செல்லச்செல்ல, பாக்கியஜனக-பர-பிராணை புதிதாக விகார மண்டலத்தில் செலுத்தப்படவேண்டும். அவ்விகாரங்கள் மேற்கூறியபடி அவ்வளவு சுலபமாக அறைகளில் நடக்குமென்று சொல்லமுடியாது. விகாரங்கள் சிக்கலுள்ளவைகளாகத்தானிருக்கவேண்டும். விகார விசேஷத்தைப்பற்றி லுங்கே (Lunge) என்பவர் பின்வருமாறு அபிப்பிராயப்படுகிறார் :—



$$2SO_2 + NO + NO_2 + O_2 + H_2O \rightarrow 2SO_2 \begin{matrix} OH \\ ONO \end{matrix}$$

$SO_2 \begin{matrix} OH \\ ONO \end{matrix}$ என்பது அறை ஸ்படிகங்களின் சங்கேதத்தைத் தெரிவிக்கிறது. அதற்குப் பாக்கியசைல்-கந்தககாமிலம் (Nitrosyl Sulphuric Acid) என்று பெயரிடலாம். அத்துடன் தண்ணீர் சேர, கந்தககாமிலமும் பாக்

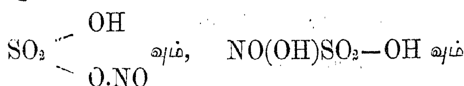
கியஜனக-பர-பிராணேயும் பாக்கியமிக-பிராணேயும் உண்டாகின்றன.



$$2SO_2 \begin{matrix} OH \\ ONO \end{matrix} + \begin{matrix} OH \\ | \\ H \end{matrix} \rightarrow 2SO_2 \begin{matrix} OH \\ OH \end{matrix} + NO + NO_2$$

சங்கேதத்திலிருந்து, கந்தகிகாமிலத்திலுள்ள ஓர் அப்ஜ-பிராணே மூலத்தின் அப்ஜனகத்திற்குப் பதிலாக ஏக-ஸம்யோக சாமர்த்தியமுள்ள — N=O(பாக்கியசோ மூலம் Nitroso group) அணு அமைப்பிலமைய, பாக்கிய சோ - கந்தகிகாமிலமுண்டாகுமென்று தெரியவருகிறது. லுங்கேயின் இவ்வபிப்பிராயம் முற்றிலுஞ் சரியல்ல. ஏனெனில் நீராவி குறைந்த அளவிலிருந்தால்தான் அறை ஸ்படிகங்களுண்டாகும்.

ராஸ்சிக் (Raschig) என்பவர் விகாரப்போக்கு வேறு விதமாக இருக்கவேண்டுமென்று அபிப்பிராயப்படுகிறார். "பாக்கியசாமிலமே (HNO_2 அல்லது OH–NO) வீரிய ஸ்பர்ச கர்த்தாவாயிருக்கிறது. இடையிலுண்டாகும் விளை பொருள்களாகிய



$$SO_2 \begin{matrix} OH \\ O.NO \end{matrix} \text{ வும்,} \quad NO(OH)SO_2-OH \text{ வும்}$$

நிலையற்றவை. எளிதில் மாறிக் கந்தகிகாமிலத்தைக் கொடுக்கும்." ராஸ்சிக்கின் சமாதானங்களைப் பின்வரும் சமீகரணங்கள் விளக்கிக்காட்டும்.

(1) $NO-OH+SO_2 \rightarrow NO-SO_2-OH$

(2) $NO\text{-}SO_2\text{-}OH+NO\text{-}OH \rightarrow NO+NO(OH).SO_2\text{-}OH$

(3) $NO(OH)\cdot SO_2\text{-}OH \rightarrow NO+H_2SO_4$

(4) $2NO+(O)+H_2O \rightarrow 2NO\text{-}OH$

இக்கொள்கை சரியன்றென்று டைவெர்ஸ் (Divers), ரேனல்ட்ஸ் (Reynolds), டேலர் (Taylor) என்பவர் காட்டியிருக்கின்றனர்.

தொழிற்சாலை முறைகள்

I. அறை முறை (Chamber Process)

அம்முறைக்குரிய யந்திரசாலையைப் பல பாகங்களாகப் பிரித்து அவைகளைப்பற்றிக் கவனிப்பது சௌகரியம்.

(1) கந்தக-துவி-பிராணையை உண்டுபண்ணும் உலைகள். வாயு ஒரு குழாய் வழியாய்ச் செல்லும்.

(2) மேற்படி குழாய்க்குள் பாக்கியஜனக-பிராணைகள், விகாரத்திலேற்படும் நஷ்டத்தை ஈடேற்றச், செலுத்தப்படும்.

(3) க்ளவர் ஸ்தூபி (Glover's Tower). அங்கு கே-லூஸாக் ஸ்தூபியிலிருந்து வருந் திரவத்தினின்று பாக்கியஜனக-பிராணைகள் கக்கப்பட்டு, கந்தக-துவி-பிராணை பிராணவாயு முதலியவைகளுடன் கலந்துகொள்ளும்.

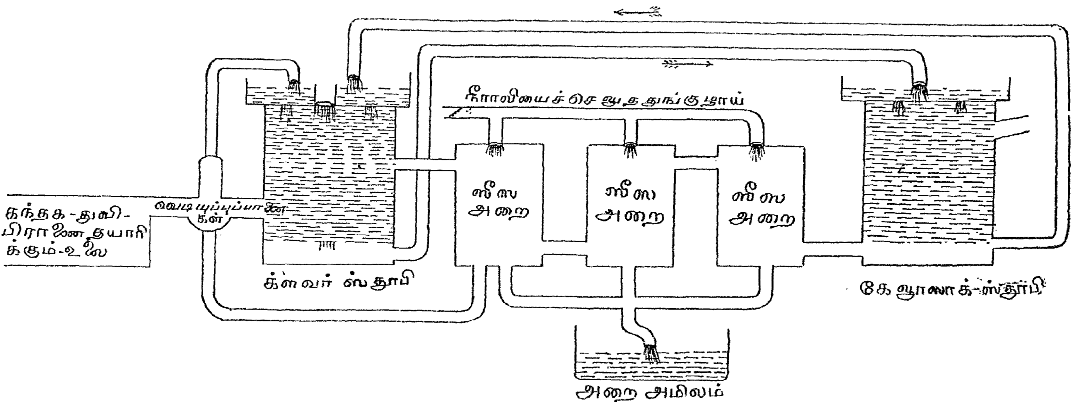
(4) காரீய-அறைகள் (Lead Chambers).

(5) கே-லூஸாக் ஸ்தூபி (Gay-Lussac's Tower).

(6) சுண்டவைக்கும் சட்டிகள் (Concentration Pans).

(1) உலைகள் :—கந்தகக்கல்லை எரித்தாவது, இரும்பு-கந்தகச்சிலையைக் (FeS_2)[1] காற்றுப்படச் சூடுசெய்தாவது, அப்ஜனக-கந்தகையை எரித்தாவது, கர்ப்பூரசிலாசத்தை (அதாவது நீருள்ள கால்ஸிய-கந்தகிகஜத்தை) நிலக்கரியுடனும் களிமண்ணுடனுங் கலந்து உருளுலையில் (Revolving

[1] நாக-கந்தகச்சிலையையும், நிலக்கரி வாயுத்தொழிலில் விளையும் கழிவு இரும்புத்துரு போன்ற கந்தகமுள்ள பொருள்களையும் உபயோகிப்பதுண்டு.



கந்தகிகாமிலந் தயாரித்தல். அறை முறை. (தொழில் முறை)

படம் 114

furnace) சூடுசெய்தாவது* கந்தக-துவி - பிராணையைத் தயாரிப்பார்கள். கந்தகம் முழுவதையும் பிராணையாக்க வேண்டிய அளவிற்குமேலேயே காற்றை உலைகள் வழியாக உரிய யந்திரங்கள் கொண்டு இழுப்பார்கள். அந்த வாயுக் கலவை ஒரு தூமக்குழாயின் (Flue) வழியாய்ச் செல்ல அதிலுள்ள தூசி முதலியவை படிந்துவிடும்.

(2) சூடான வாயுக்கலவை செல்லும் வழியில் (தூமக் குழாய்க்குள்) வெடியுப்பும் சுண்டின கந்தகிகாமிலமு முள்ள சட்டிகள் வைக்கப்பட்டிருக்கும். அவைகளி னின்று பாக்கியஜனக-பிராணைகளுண்டாகி வாயுக்கலவை யுடன் சேர்ந்துகொள்ளும். இந்நாளில், பிளாடினத்தை ஸ்பர்ச கர்த்தாவாகக்கொண்டு அமோனியாவைப் பிராணீ கரித்துப் பாக்கியஜனக-பிராணைகளை உண்டுபண்ணி உப யோகிக்கின்றனர்.

(3) தூமக்குழாயினின்று வெளியேறும் வாயுக் கலவை க்ளவர் ஸ்தூபியின் (ஸ்தூபியின் உட்பக்கம் முழு வதிலும் காரீயத்தகடுகளை அடித்திருப்பார்கள்) அடிப்பாகத் தில் புகுந்து, ஸ்தூபியில் நிறைக்கப்பட்ட சிக்கிமுக்கிக் கற் கள் அல்லது கிட்டக் கற்றுண்டுகளுக்கிடையே மேல் நோக்கிச்செல்லும். ஸ்தூபியின் மேல்பாகத்தில் இரண்டு தொட்டிகளுள. ஒன்றில், அறைகளிலுண்டான நீர்சேர்ந்த அமிலமும், மற்றொன்றில் கே-லூஸாக் ஸ்தூபியிலிருந்து குழாய்வழியாக ஏற்றப்பட்ட பாக்கியஜனக-பிராணைகள் கலந்த சுண்டின கந்தகிகாமிலமுமிருக்கும். இரண்டு தொட்டிகளிலிருந்தும் திரவங்கள் கற்றுண்டுகளுக்குமேல் சொரியும். மேற்படி சுண்டின கந்தகிகாமிலம் நீர் சேர்ந்த அமிலத்துடன் சேரவே, வீரியங் குறைந்து, தன்னிடத்திற் கரைந்து நின்ற பாக்கியஜனக-பிராணைகளைக் கக்கும். இன்

---

* விகாரத்தின் முடிவில், உலைகளில் தங்கி நிற்பதை நன் ருய்ப் பொடிசெய்து நேர்த்தியான சாந்துவகையொன்றைத் (Cement) தயாரிக்கலாம்.

னும் இந்த ஸ்தூபியில் உலைகளிலிருந்து வரும் வாயுக்கலவையின் உஷ்ணநிலை விகாரம் நன்கு நடத்தற்குரியவாறு சற்றுக்குறையும். கற்களின் வழியே திரவம் கீழே வடிந்துகொண்டே போக, கீழ்ப்பாகத்திலுள்ள உஷ்ணத்தினுல் அமிலம் சுண்டிக்கொண்டே வந்து கீழுள்ள தொட்டியில் வந்துசேரும். கந்தக-துவி-பிராணை சற்றுப் பிராணீகரணத்திற்குள்ளாகும். (சில சமயங்களில் பாக்கியஜனக-பிராணைகள் கலந்த அமிலத்தொட்டியில், பாக்கியகாமிலத்தைச் சேர்த்துச் சொரியவிடுவதுமுண்டு). கந்தக-துவி-பிராணை பாக்கியகாமிலத்தைப் பாக்கியஜனக-பர-பிராணை நிலைக்குக் குறைத்துவிடும்.

விகார வாயுமிச்ரத்தை உரிய உஷ்ண நிலைக்குக் குறைப்பதும், சுண்டின அமிலத்திற்கரைந்து நிற்கும் பாக்கியஜனக-பிராணைகளைக் கக்கவிடுவதும், அறை அமிலத்தைச் சுண்டவைப்பதும் க்ளவர் ஸ்தூபியின் வேலையாகும். இங்கிருந்து நீராவியும் சிறிதளவு அறைக்குட் செல்லும்.

(4) கந்தக-துவி-பிராணை, பிராணவாயு (காற்று), பாக்கியஜனக-பிராணைகள் எல்லாம் முதல் அறைக்குள் செல்லும்.

அநேகமாய் ஒவ்வொரு தொழிற்சாலையிலும் மூன்று அல்லது நான்கு அறைகள் இருக்கும். ஒவ்வொரு அறையும் கெட்டியான காரீயத் தகடுகளால் செய்யப்பட்டிருக்கும். ஒவ்வோர் அறையின் கனபரிமாணம் 150,000 லிருந்து 200,000 கன அடி வரை இருக்கும். இவ்வறைகளெல்லாம் ஒன்றோடொன்று குழாய்கள்மூலம் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

வாயுக்கலவை அறைகளுக்குள் சென்றுகொண்டிருக்குஞ்சமயத்தில் நீராவியை உரிய யந்திரங்கள்கொண்டு அறைகளுக்குள் செலுத்துவார்கள்; அல்லது அறைகளின் உச்சிகளிலிருந்து உரிய காம்புகளின்மூலம் தண்ணீரைப் பீச்சியடிப்பதுமுண்டு. வாயுக்களெல்லாம் நன்றாய் ஒன்று

சேர்ந்து விகாரிக்கும். உண்டாகிய நீர்க்கந்தகிகாமிலம் அறைகளினடியில் தங்கிநிற்கும். இரண்டாவது அறையிலேயே பிராணீகரணம் அநேகமாய் முடிந்துவிடும். விகாரத்தில் பாக்கியஜனகப்பிராணேகள் கடைசியாக வெளிவந்துவிடும். மூன்றாவது அறையில் வாயுக்கலவையிலுள்ள நீராவி அநேகமாய்ப் பிரிந்து படிந்துவிடும். அப்போதைக்கப்போது அறைகளிலுள்ள நீர்சேர்ந்த அமிலத்தை வெளியேற்றி வற்றவைத்துச் சுண்டின அமிலமாகச் செய்வார்கள். அறை அமிலம் 62—70% பலமுள்ளதாக இருக்கும். இந்நிலைக்குமேல் அமிலம் சுண்டவிடப்படுவதில்லை. ஏனென்றால் 70% க்குமேல் அமிலத்தின் பலமிருக்குமேயானால் அது பாக்கியஜனக-பர-பிராணேயைக் கரைத்துக் கொள்ள ஆரம்பிக்கும். இன்னும் அவ்வமிலம் காரீயத் தகடுகளைத் தின்னத் தொடங்கும்.

கந்தகிகாமிலம் காரீயத்துடன் விகாரிக்காதென்றே சொல்லலாம். முதலில் கரையாத ஸீஸ-கந்தககஜமுண்டாகி ரக்ஷணப் பூச்சாக அமைந்து அமிலம் உலோகத்தைத் தாக்காவண்ணந் தடுக்கும். இக்காரணங்கொண்டே அறைகள் காரீயத்தகட்டாற் செய்யப்படுகின்றன. ஆனால் ஸீஸ-கந்தகிகஜம் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்திற் கரையும். ஸீஸ-அமில-கந்தகிகஜம் [Lead bisulphate $Pb(HSO_4)_2$] உண்டாவதே இதற்குக் காரணம்.

(5) அதிக அளவிலுள்ள காற்றும் பாக்கியஜனக-பிராணேகளும் பாக்கியஜனகமும் கடைசி அறையினின்று வெளிக்கிளம்பி கே-லூஸாக் ஸ்தூபியின் அடிப்பாகத்தில் புகும். க்ளவர் ஸ்தூபியினடித் தொட்டியில் சேர்ந்த சுண்டின கந்தகிகாமிலம் கே-லூஸாக் ஸ்தூபியின்மேலுள்ள தொட்டியில் வந்து விழுமாறு செய்யப்படும். இதனுடன் வேண்டிய அளவிற்குச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தையுஞ் சேர்த்துக்கொள்வார்கள். அமிலத்தின் பலம் 80% அளவிருக்கும். அந்த அமிலம் கே-லூஸாக் ஸ்தூபியிலுள்ள கல்கரித்துண்டுகள் வழியே பொசிந்து கீழே வடிந்துகொண்டிருக்கும். பாக்கியஜனக-பிராணேகள், வடிந்து

வருஞ் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தில் முற்றிலுங் கரைந்து விடும். பாக்கியஜனக-பிராணை கரைந்த சுண்டின கந்தகிகாமில விலயனம் கே-லூஸாக் ஸ்தூபியினடியிலமைக்கப்பட்ட தொட்டியில் வந்துசேரும். அவ்விலயனம், குழாய்மூலம் க்ளவர் ஸ்தூபியின் மேலுள்ள 2-வது தொட்டிக்கு ஏற்றப் படும். ஆகையால் கே-லூஸாக் ஸ்தூபியில் பாக்கியஜனக-பிராணை அநேகமாய் முற்றிலும் திரும்ப அடையப்படும். அமிலம், மேற்கண்ட வாயுவை க்ளவர் ஸ்தூபியில் கக்கி விடும். திரும்பித்திரும்பி அதையே உபயோகப்படுத்து வதே இம்முறையிலுள்ள பிரயோசனமும் இலாபமும்.

பாக்கியஜனக-பிராணை அநேகமாய் முற்றிலுந் திரும்ப அடையப்பட்டபோதிலும், விகாரமண்டலத்தில் வேறு சில விகாரங்களேற்படுவதால், அது சிறிதளவு நஷ்டமாகி விடும். முன் குறிக்கப்பட்ட வெடியுப்புச் சட்டிகளை உபயோகப்படுத்தியாவது அல்லது க்ளவர் ஸ்தூபியிலுள்ள இரண்டாவது தொட்டியில் சுண்டின பாக்கியகாமிலத்தைச் சேர்த்தாவது, அமோனியாவைப் பிராணீகரித்தாவது பாக்கியஜனக-பிராணை புதிதாய், நஷ்டத்திற்கீடுபடும் படி, உண்டாக்கப்படுகிறது.

(6) சுண்டவைத்தல் :—

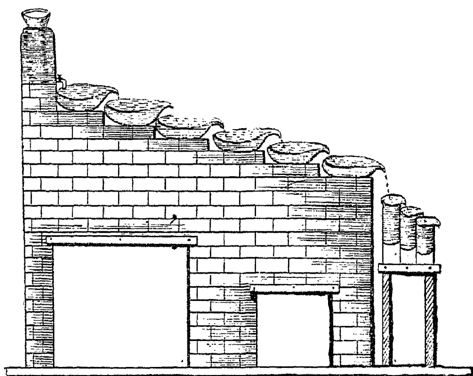
அறைக்குள்ளுண்டாகும் அமிலத்தின் திண்மையை 1·60க்குமேல் (68%) ஏறவிடுவதில்லை. அறைஅமிலத்தை B.O.V. (Brown oil of vitriol) என்று வியாபார ஸ்தலங்களில் சொல்லுவார்கள். அதன் நிறம் பழுப்பாக இருப்பதன் காரணம் அதில் கரைந்துள்ள கசடுகளால்தான். சேதன வஸ்துக்கள் கறுகி அப்பழுப்பு நிறத்தைக் கொடுக்கின்றன.

"அறை அமிலத்தை"க் காரியத்தால் செய்யப்பட்ட சட்டிகளில், திண்மை 1·70 (77%) வரும் வரை சுண்ட வைக்கலாம். அதற்குமேல் சுண்டவைக்க, கண்ணாடிச் சட்டிகளையாவது, சிலகச் சட்டிகளையாவது (Silica pans)

வார்ப்பிரும்புச் சட்டிகளையாவது பிளாடினச் சட்டிகளையாவது உபயோகிக்கவேண்டும். சுண்டவைக்க மூன்று முறைகள் வழங்கிவருகின்றன. அவையாவன :—

(i) நீர் வீழ்ச்சி முறை (Cascade System)

மணலாலோ அல்லது "டான்டயர்ன்" (Tantiron) என்று சொல்லப்படும் இரும்பு சிலகக் கலவையாலோ



நீர் வீழ்ச்சி முறையால் கந்தகிகாமிலத்தைச் சுண்டவைத்தல்

படம் 115

செய்யப்பட்ட மூக்குள்ள கிண்ணங்களை, 115-வது படத்தில் காட்டியபடி ஒன்றினடியில் மற்றொன்றை அமைத்து, சூடான காற்றைக்கொண்டு அவற்றினடிப்பாகத்தில் தாக்க, அமிலம் ஒரு கிண்ணத்திலிருந்து மற்றொரு கிண்ணத்தில் சொட்டி வரும்பொழுது கிரமமாக முன்னைவிட அதிக வீரியமுள்ளதாக ஆகிக்கொண்டே வரும்.

(ii) கெஸ்லர் முறை (Kessler's Process)

உரிய பாத்திரங்களில் நீர் சேர்ந்த அமிலத்தை யெடுத்து, பாத்திரங்களின் மேற்பாகத்திலும், அடிப்பாகத்திலும் உட்புறத்திலும் சுட்ட-கரி தயாரிக்கும் யந்திரத்திலிருந்து வரும் சூடான வாயுவைச் செலுத்திச் சுண்டவைப்பார்கள்.

(iii) கெயிலார்ட் ஸ்தூபி முறை (Gaillard's Tower process)

கந்தகிகாமிலத்தால் தாக்கப்படாததான மலைக்கிட்டக் கல்லால் கட்டப்பட்ட கெயிலார்ட் ஸ்தூபிக்குள், நீர்சேர்ந்த கந்தகிகாமிலத்தைப் பீச்சாங்குழல் கொண்டு சிறுதாரை தாரைகளாகப் பீச்சச் செய்து, ஸ்தூபியினடியில் சுட்ட-கரி தயாரிக்கும் யந்திரத்திலிருந்து வரும் சூடான வாயுவைச் செலுத்திச் சுண்டவைப்பார்கள்.

இவ்வொவ்வொரு முறையிலும் 'அமிலச் சாரலாக' (acid mist) அமிலம் அதிக அளவில் சேதமாகிவிடும். சுட்ட நிலக்கரி வடிபாண்டம் (Coke filter) கொண்டு, அவ்வமிலத்திற் பெரும் பகுதியைத் திரவமாக்கி அடையலாம். மிகுதியுள்ள மூடுபனிபோன்ற பொருளை 20,000—80,000 வோல்டு மின்சார நிலைக்கு ஆக்கப்பட்ட காரீயத் தகடுகளாலமைந்த அறைக்குட் செலுத்த, அமிலச் சொட்டுகள் தகடுகளிற் படிந்து கீழே அமைக்கப்பட்டுள்ள ஏந்துங் கலங்களில் வழிந்துவிடும். இம்முறைக்கு 'மின்நிலை அவபாதனம்' (Electrostatic Precipitation) என்று பெயர்[1].

[1] உலோகந் தயாரிக்குஞ் சாலைகளிலும் மாவு தயாரிக்குமிடங்களிலும் ஏற்படும் வாயுக்களிலுள்ள தூசியையும், காற்றிலுள்ள தூசியையும், மூடுபனி, புகை முதலியவற்றையும் படியவைக்க இம்முறை சாதகமானது. இப்புகை உபத்திரவம் நீங்கிச் சுகாதாரத்திற்கு அனுகூலமாயிருப்பதுமன்றி, தொழில் முதலாளிகளுக்கும் இலாபமும் கிடைக்கிறது.

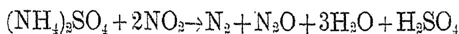
அமிலத்தை வாலை யந்திரங்கொண்டும் காய்ச்சி வடித்துச் சுத்தப்படுத்தலாம். முதலில் அதிக நீர் சேர்ந்த அமிலம் வெளிவரும். பிறகு 98·3% வீரியமுள்ள அமிலம் கொதித்து வடியும். 98·3% அமிலந்தான் "திட்ட-கொதிநிலை மிச்ரம்". அதன் கொதிநிலை 338°ச. 98%க்கு மேல் சுண்டவைக்கக் காய்ச்சி வடித்தல் முறையாவது, வற்றவைக்கும் முறையாவது பயன்படாது. அந்தச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தைப் பனிக்கட்டியினுதவியால் குளிர்விக்கச் சுத்தமான (100%) கந்தகிகாமிலம் திடஸ்திதியில் பிரியும். அதை யெடுத்து உருக்கினால் (உருகுநிலை 10·.5°) சுத்தமான கந்தகிகாமிலத்தைத் தயார் செய்யலாம். இச்சுத்தமான அமிலம் எளிதில் ஸ்பர்ச முறையில் விளைவதைப் பின்னாற் கவனிக்கவும்.

சுத்தி செய்தல் :—விற்பனை அறை அமிலத்தில் அநேக அசுத்தங்கள் உள. அவையாவன :—(1) பாஷாண-பிராணை As_2O_3 (இரும்பு கந்தகச் சிலையிலிருந்து) (2) ஸீஸ-கந்தகிகஜம் $PbSO_4$ (காரீய அறைகளிலிருந்து) (3) பாக்கிய ஜனகபிராணை முதலியன. அறை அமிலத்தை நீர்விட்டுப் பெருக்க ஸீஸ-கந்தகிகஜம் அவபதிக்கும். நீர் சேர்த்த அமிலத்தில் அப்ஜனக-கந்தகையைச் செலுத்தப் பாஷாண-கந்தகை அவபதிக்கும்.



$$As_2O_3 + 3H_2S = As_2S_3 \downarrow + 3H_2O.$$

அல்லது சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் சேர்த்துக் கொதிக்கவிட்டுக் காற்றை விலயனத்தினூட் செலுத்தி ஊத, பாஷாண-ஹரிதகை ($AsCl_3$) ஆவியாய்ப் பரிணமித்து வெளியேறும். வேண்டிய அளவு அமோனிய-கந்தகிகஜத்தைச் சேர்த்து இளஞ் சூடுகாட்ட பாக்கியஜனகப் பிராணைகள் வியோகித்து விலகும்.



$$(NH_4)_2SO_4 + 2NO_2 \rightarrow N_2 + N_2O + 3H_2O + H_2SO_4$$

தற்காலத்தில் இவ்வறை முறையில் பல சீர்திருத்தங்களைச் செய்திருக்கிறார்கள் :—

(1) உலைகளினமைப்பைச் சீர்திருத்தியிருக்கிறார்கள்

(2) வெடியுப்புச் சட்டிகளை வைக்காமல் க்ளவர் ஸ்தூபியில் பாக்கியகாமிலத்தை வார்த்துச் சீரான அளவில் பாக்கியஜனக-பிராணை செல்லும்படி செய்கிறார்கள்.

(3) வாயுக்கலவை அதிக அளவில் விகாரிக்குமாறு காரிய அறைகளின் அமைப்பை மாற்றியிருக்கிறார்கள்.

(4) தண்ணீரைப் பக்கவாட்டமாகப் பீச்சி, வாயுக் கலவையில் சுழலை உண்டாக்கிப் பிரதிகாரகங்கள் நன்றாய் ஒன்று சேர்ந்து விகாரிக்கும்படி செய்கின்றனர்.

(5) காற்றாடிகளை வேண்டிய இடங்களிலமைத்துச் சுற்றவிட, வாயுக்கலவை ஒழுங்காக இழுக்கப்படும்; விகாரத்தின் வேகம் அதிகப்படுகிறது.

(6) வாயுக்களை நன்றாய்க் கழுவும்பொருட்டு கே-லூஸாக் ஸ்தூபி சீர்திருத்திக் கட்டப்பட்டிருக்கிறது.

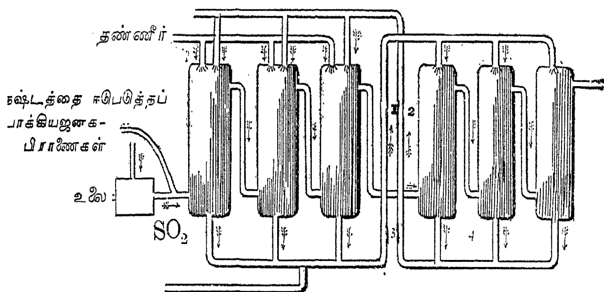
(7) சோஷித்தலை அதிகரிக்கும்பொருட்டு, க்ளவர் ஸ்தூபியில் வரும் வாயுக்கலவையைக் காரீயச் சுருள் குழாயின் உதவிகொண்டு 25°ச-க்குக் குளிர்விக்கிறார்கள்.

II. நவீன ஸ்தூபிமுறை (Modern Tower System) :—

அதிகச் செலவு பொருந்தியிருந்தும் ஸ்பர்சமுறையில் தயாரிக்கும் கந்தகிகாமிலம் அதிகச் சுத்தமான சரக்காயிருப்பதாலும், அம்முறையும் எளிதாயும் விசித்திரமாயும் இருப்பதாலும் அறைமுறையை ஸ்பர்சமுறை தொலைத்து விடுமென்றே தோன்றிற்று. ஆனால் அறைமுறை சீர்திருத்தப்பட்டிருப்பதாலும் தற்காலத்தில் பூதாகாரமான காரீய அறைகளில்லாமலேயே கந்தகிகாமிலத்தைத் தயாரிக்க வழி யேற்பட்டிருப்பதாலும், அறைமுறை நசித்துப்போய் விடுமென்று சொல்லவேமுடியாது. ஸ்பர்ச முறையுடன் போட்டிபோட்டுக்கொண்டிருக்கும் தற்காலமுறைக்கு "ஸ்தூபி முறை" என்றே சொல்லலாம். காரீய அறைகளில்லாமல் சாதாரணமாக ஆறு ஸ்தூபிகளை யமைத்து,

அறை முறையையொட்டி விகாரத்தை நடத்திக் கந்தகிகாமிலத்தை அதிக அளவில் தயார் செய்கிறார்கள். தொழிற் சாலையை நியமிக்க அதிக இடமுந் தேவையில்லை. ஆகையால் தொடக்கத்தில் வேண்டிய கைம்முதலும் அதிகம் வேண்டியதில்லை.

கந்தக-துவி-பிராணையை எம்முறையிலாவது தயாரித்து, அதைத் தண்ணீருடனும் பாக்கியஜனக-பிராணையுடனும் சேர்த்து அந்தப் பாக்கியஜனக-பிராணையினுதவிகொண்டு (அது ஸ்பர்ச கர்த்தா) காற்றிலுள்ள பிராணவாயுவால் பிராணீகரணத்தை நடத்துகிறார்கள். தொழில் முறைக்குரிய பண்டச்சேதம் மிகக் குறைவே. அதை எளிதில் ஈடுபடுத்திவிடலாம்.



க்ளவர் ஸ்தூபிகள் கே-லூஸாக் ஸ்தூபிகள்

1, 2, 4 அமிலம்; 3 வாயு.

நவீன ஸ்தூபி முறையாற் கந்தகிகாமிலந் தயாரித்தல்

படம் 116

உலைகளிலிருந்து வரும் சூடான கந்தக-துவி-பிராணையுங் காற்றுஞ்சேர்ந்த வாயுக்கலவையுடன் வேண்டிய அளவு பாக்கியஜனகப் பிராணைகளைச் சேர்த்து (அமோனியாவை ஸ்பர்சகர்த்தாக்கொண்டு பிராணீகரணஞ் செய்து பாக்கிய ஜனகப்பிராணைகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன) அவ்வாயுக்

கலவையை க்ளவர் ஸ்தூபிக்குள் செலுத்துவார்கள். (முன்னுள் யந்திரங்களில் கீழே வடிந்துவருஞ் சுண்டின பாக்கிய காமிலத்திலிருந்து பாக்கியஜனக-பிராணைகள் உண்டாகி விகாரமிச்ரத்துடன் கலந்துகொண்டன). இம்முறையில் கந்தகிகாமிலம் க்ளவர் ஸ்தூபிகளிலேயே உண்டாகும். மூன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட க்ளவர் ஸ்தூபிகள் ஒன்றோடொன்று வரிசையாய் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். ஸ்தூபிகளினுட்பக்கங்களெல்லாம் காரீயத் தகடுகளாலமைக்கப்பட்டிருக்கும். ஸ்தூபிக்குள் சிக்கிமுக்கிக் கற்றுண்டுகள் நிரம்பி இருக்கும். படத்தில் காட்டியபடி வாயுக்கள் எப்பொழுதும் மேல் நோக்கியே செல்லும். ஸ்தூபிகளுக்குமேலிருந்து திரவங்கள் கீழ் நோக்கி வடிந்துகொண்டிருக்கும். மூன்று ஸ்தூபிகளுள் ஒவ்வொன்றிலும் தண்ணீரும், கடைசி மூன்று கே-லூஸாக் ஸ்தூபிகளிலிருந்து பாக்கியஜனக-பிராணை கரைந்த அமிலமும் வடிந்துகொண்டிருக்கும். பாக்கியஜனக-பிராணைகளும், பாக்கியகாமிலமும் ஸ்பர்ச கர்த்தாக்களாகவிருந்து பிரதிக்கிரியையை நடத்தும். தண்ணீரும் உட்புகும் வாயுக்கலவைகளும் முன் காட்டிய விதமே விகாரிக்கும்.

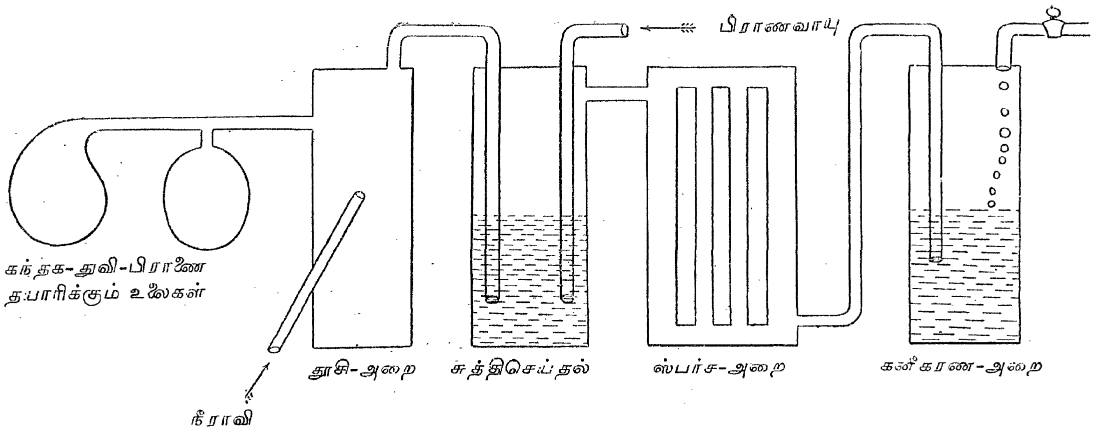
க்ளவர் ஸ்தூபிகளிலிருந்து வாயுக்கலவை நேராகவே கே-லூஸாக் ஸ்தூபிகளில் புகுந்து செல்லும். இந்த ஸ்தூபிகளின்மேலிருந்து க்ளவர் ஸ்தூபிகளிலுண்டான அமிலம் வடிந்துகொண்டிருக்கும். இவ்வமிலத்தில் பாக்கியஜனக-பிராணைகள் கரைந்துவிடும். கே-லூஸாக் ஸதூபிகள் குளிர்ந்தும் க்ளவர் ஸ்தூபிகள்—சூடான வாயுக்கலவை புகுந்து செல்லுவதால்—சூடாயுமிருக்கும். ஆகையால்தான் ஒரு வகையான ஸ்தூபிகளிலுள்ள அமிலத்தில் கரையும் வாயுக்கள் மற்றொருவகையான ஸ்தூபிகளில் கக்கப்படுகின்றன. கடைசியிலுண்டாகுஞ் சரக்கு முதல் ஸ்தூபியிலிருந்தே வெளியேற்றிச் சேகரிக்கப்படும். முதல் ஸ்தூபியிலேயே அமிலம் புதிதாயும் சூடாயுமுள்ள வாயுக்கலவையைச் சந்திப்பதால், பாக்கியஜனக-பிராணையினின்று முற்

றிலும் விலகிச் சுத்தப்படுத்தப்பட்டுக் கீழே வந்துசேரும். பின்பு, இவ்வமிலத்தை உருகிய சிலக-பிராணையினுலாவது, உருகிய அலுமீனிய-பிராணையினுலாவது அல்லது அமிலத்தால் பீடிக்கப்படாத வேறு பொருளினுலாவது செய்யப்பட்ட சட்டிகளில், நீர் வீழ்ச்சி முறையால் சுண்ட வைப்பார்கள். அல்லது கேலார்ட் ஸ்தூபியில் வற்றவைப் பார்கள். அதிக அளவு நீராவி இம்முறையால் விலக்கப் படும்.

மேலும், இந்த ஸ்தூபி முறை, வெகு சமீபகாலத்தில், நேராகவே 78% அமிலம் முதல் ஸ்தூபியினடியில் வந்து சேரும்படி, சீர்திருத்தப்பட்டிருக்கிறது. ஸ்தூபி முறையில் கடைசியாக வெளிவரும் வாயுக்கலவையில் மதிக்கத்தக்க அளவில் அமில ஆவியிருப்பதால், அவ்வாயுக்கலவையைத் தண்ணீரில் செலுத்தி நீர் சேர்ந்த அமிலத்தையுமடையலாம்.

ஸ்பர்ச-முறை (Contact Process)

1831-ம் வருஷம் பிலிப்ஸ் (Philips) என்பவர் பிளர்டினித்த கல்நார் ஸ்பர்ச கர்த்தாவாக இருக்குஞ் சமயத்தில் கந்தக-துவி-பிராணையும் பிராணவாயுவும் ஸம்யோகிக்கும் விகாரத்தைப்பற்றி ஆராய்ச்சி செய்தார். ஆனுல் அதற்கு 70 வருஷங்களுக்குப் பிறகுதான் நீட்ஸ் (Kneitsch) என்பவர் விகாரத்திற்கு அனுகூலமான நிலைகளைப் பலசோதனைகளின் பயனுக அறிந்து கந்தகிகாமிலத்தை ஸ்பர்ச முறையால் அதிக அளவில் வியாபார முறையில் தயாரிக்கலாமென்பதைக் காட்டினுர். $2SO_2+O_2 \rightleftarrows 2SO_3$ என்னுஞ் சமீகரணத்திலிருந்து, கந்தக-துவி-பிராணையும் பிராணவாயுவுஞ் சேர்ந்து கந்தக-த்ரி-பிராணை உண்டாகும்பொழுது பருமனிற் குன்றுதலேற்படுகிறது என்பது வெளியாகிறது. ஆகையால் அழுக்க அதிகரிப்பு த்ரி-பிராணை உண்டாவதற்குச் சாதகமாகும் (லீ சாடிலியர்). பிண்டகர்ம நியாயத்தின்படி, கந்தக-துவி-பிராணை முற்றிலும் த்ரி-பிராணை



கந்தகிகாமிலங் தயாரித்தல்—ஸ்பர்ச-முறை

படம் 117

யாவதற்குப் பிராண-வாயுவை அதிகம் உபயோகிக்கவேண்டும். உஷ்ண நிலை 450°ச-ஆகவும் அழுக்கநிலை 1·5—1·7 வாயுமண்டல அழுக்க அளவாகவும் அமைத்துப் பிராண வாயுவை அதிக அளவிற் கொடுத்து, உரிய ஸ்பர்ச கர்த்தாவினுதவிகொண்டு கந்தகிகாமிலத்தைத் தொழில் முறையிற் செய்கின்றனர்.

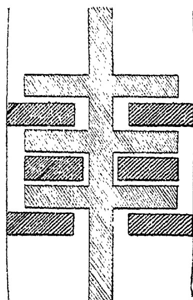
யந்திரசாலையைப் பின்வரும் பாகங்களாகப் பிரித்துக் கற்றுக்கொள்வது சுலபம் :—

1. கந்தக-துவி-பிராணையையுண்டாக்குகிற உலைகள். 2. உலைவாயுவைச் சுத்திசெய்தல். 3. ஸ்பர்ச அறை (Contact Chamber). 4. கனீகரண அறை (Condensation Chamber).

(1) உலைகள் :—முன்சொல்லப்பட்டபடி இடத்திற்குத் தக்கவாறு கந்தக-துவி-பிராணையைச் செலவுகுறைவான முறையில் தயாரிக்கிறார்கள். (பக்கம் 808)

(2) உலைகளினின்று வெளிவரும் வாயுக்கலவையை நன்றாய்ச் சுத்திசெய்தால்தான், விளைவு பலிக்கும். முறைக்கு மூலகாரணமாயிருக்கும் ஸ்பர்ச கர்த்தாவின் சுத்தத்தையும் வீரியத்தையும் அதிக ஜாக்கிரதையுடன் காப்பாற்றவேண்டியது மிகவுமவசியமாகும். இரும்பு-கந்தகச் சிலையில் பாஷாணம் கலந்தே இருக்கும். போதுமான பிராணவாயுவில்லாத சமயத்தில் கந்தகம் தனியான நிலையில் படியும். ஆகையால் உலையினின்று வெளிவரும் வாயுக்கலவையில் பாஷாண ஆவியும் (ஸ்பர்ச கர்த்தாவாகிய பிளாடினத்திற்குப் பாஷாணம் கொடிய பாஷாணம்.) கந்தக ஆவியும் தூசி முதலியவையும் கலந்திருக்கும். இந்த அசுத்தங்களெல்லாம் அவசியமாய் விலக்கப்பட வேண்டும். ஆனபடியால் உலைகளினின்று வரும் பொதுவான "தூமக்குழாய்" தூசிதங்கும் அறையுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். (படத்தில் காட்டியிருப்பதைப் பார்க்க.) அவ்வறைக்குள் நீராவியைச் செலுத்துவார்கள். சூடான

வாயுக்கள் (நீண்ட) சுருள்வடிவான காரீயக் குழாய்களின் வழியாகச் சென்று 100°ச-க்குக் குளிர்கின்றன. (i) குழாயி னின்று அவ்வாயுக்கலவை அவ்வறைக்குள் மேல் நோக்கிச் செல்லுங்கால் கீழ்நோக்கி வரும் தண்ணீர்த்தாரைகளைச் சந்திக்கும். தூசி, பாஷாணத்துளிகள், கந்தகத்துளிகள் எல்லாம் அடியிற் படிந்துவிடும்.



தூசி விலக்குமறை

படம் 118

(ii) வாயுக்கலவையை மற்றொரு விதமாகவுஞ் சுத்தி செய்யலாம். தூசி தங்கும் அறையானது ஒரு ஸ்தூபி வடிவத்தில் கட்டப்பட்டிருக்கும். அதற்குள், 118-வது படத்தில் காட்டியபடி பல துடுப்புகள் அமைந்த சுழல் யந்திரம் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். துடுப்புகளும் தகடுகளும் மாறிமாறி வரும்படி, தகடுகள் நடுவிலும் விருத்தத்திலும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். சுழல்யந்திரம் வேலைசெய்து கொண்டிருக்கும்பொழுது வாயுக்கலவையிலும் சுழலேற் படும். அச்சமயம் தூசிமுதலிய யாவும் தகடுகளில் தங்கி விடும்.

(iii) வாயுக்கலவையை மின்சார முறையாலுஞ் சுத்தி செய்யலாம். தூசிதங்குமறையில் செங்குத்தாக பல உலோ

கத்தகடுகளைத் தொங்கவிட்டு, அத்தகடுகளை 50,000 வோல்டளவுக்கு மின்சாரமூட்டி அவைகளுக்கிடையே வாயுக் கலவையைச் செலுத்தத் தூசிமுதலியவைகள் அவபதித்துத் தங்கிவிடும்.

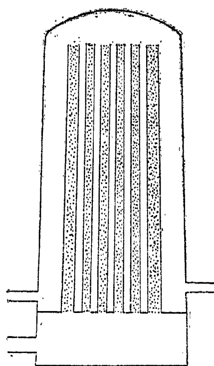
மேற்கண்ட மூன்று முறைகளில் எம்முறையால் சுத்தி செய்தாலும் முற்றிலுஞ் சுத்தி செய்யப்பட்டிருக்கிறதா என்று அடிக்கடி சோதித்துப் பார்க்கவேண்டும். தூசி தங்கும் அறையினின்று வெளிவரும் வாயுக்கலவையைத் தொட்டிகளிலுள்ள தண்ணீரின் வழியாய்ச் செலுத்தி, தொட்டியின் பக்கங்களில் பதிக்கப்பட்டிருக்கும் கண்ணுடித் தகடுகளின் வழியே பலமான ஒளி-கிரணச் சடையைச் (Strong beam of light) செல்லவிட்டு, வெளிச்ச ஓட்டத்திற்கு நேர்கோணத்தில் அமைக்கப்பட்டிருக்குங் கண்ணுடி வழியாய்ப் பார்க்க, கிரணச்சடை-புலப்படக்கூடாது; அதாவது அதில் தூசி முதலிய தொங்கு பொருள் ஒன்றுங் காணப்படக்கூடாது.—இதற்கு டின்டல் சித்தி (Tyndall effect) என்று பெயர். [சாதாரணமாக ஓரறையில் நுண்ணிய தூசியிருப்பதை நமது கண்களால் பார்க்கமுடியாது. ஆனால், அறைக்குள் சூரியகிரணங்கள் வருமேயாகில், அவைகளின் பாதையில் ஆயிரக்கணக்கான நுண்ணிய தூசிகள் இங்குமங்கும் உலாவுவதைப் பார்க்கிறோமல்லவா?] பிறகு வெளிவரும் வாயுக்கலவையைச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தில் குமிழிட்டு வெளியேறச் செய்து, ஈரம் முழுவதையும் வாங்கிவிடுவார்கள்.

லிண்டே யந்திரத்தினால் தயாரிக்கப்பட்ட பிராண வாயுவையும் வெளிவரும் வாயுக்களுடன் கலந்து, உரிய யந்திரங்கள்கொண்டு வாயுக்கலவையை சிறிது அமுக்கி—அமுக்க நிலை சிறிதளவு அதிகமிருப்பதும் காற்றுக்குப் பதிலாக பிராணவாயுவை உபயோகப்படுத்துவதும் விளைவை அதிகப்படுத்துமென்று முன்பேயே குறித்

துள்ளோம்.—அவ்வமுக்க நிலையிலுள்ள ஈரமற்ற வாயுக் கலவையை ஸ்பர்ச அறைக்குள் புக விடுவார்கள்.

III. ஸ்பர்ச அறை

119-வது படத்திற் காட்டியபடி, ஸ்பர்ச அறைக்குள் துளை பொருந்திய தட்டுக்களில் குழாய்கள் நிறுத்திவைக்கப்பட்டிருக்கும். குழாய்களுக்குள் பிளாடினித்த கல்நாரிருக்கும். கந்தக-துவி-பிராணையும் பிராணவாயுவும் பிளாடினத்தைத் தொட்டுச்செல்ல, பிராணீகரணமுண்டாகும். அவ்விகாரத்தில் அதிகச் சூடு வெளிப்படும்.



ஸ்பர்ச-அறை

படம் 119

உஷ்ணங் குவிந்து அதிகரிக்காமலிருக்கும்படி குழாய்கள் அமைக்கப்பட்டிருந்தாலும், விகாரத்தின் போக்கில் உஷ்ணம் வெளிப்பட்டு அறையின் சூட்டை அதிகப்படுத்தும். 450°ச உஷ்ண நிலை சாதகமாக இருப்பதால், ஸ்பர்ச அறையின் உஷ்ண நிலை 450°-க்குச் சமீபத்திலிருக்கும்படி, வாயுமிச்ரத்தைச் சீராக இவ்வறைக்குள் அனுப்புவார்கள்.

98—99% வரை பிராணீகரண விகாரஞ் செல்லும். இவ்விதமாகக் கந்தக-துவி-பிராணை, கந்தக-த்ரி-பிராணையாக மாறும். குழாய்களெல்லாம் கடைசியில் ஒரு பொதுவான தூமக்குழாயில் சேரும். வெளிவரும் கந்தக-த்ரி-பிராணை அத்தூமக்குழாயின் வழியாகக் "கனீகரண அறைக்குச்" செல்லும்.

IV. கனீகரண அறை

வெள்ளைப் புகைபோல் வெளிவரும் கந்தக-த்ரி-பிராணை, தண்ணீரில் எளிதில் கரையாது. ஆனால் சுண்டின கந்தககாமிலத்தில் எளிதிற் கரையும். ஆகையால் கந்தக-த்ரி-பிராணையை, வார்ப்பு இரும்பால் செய்யப்பட்ட தொட்டியிலுள்ள 97—98% கந்தககாமிலத்தில் செலுத்த, அது ஆவலுடன் உட்கொள்ளப்படும். அமிலத்தின் பலத்தை ஓரளவிலேயே இருக்குமாறு செய்ய, தொட்டிக்குள் வேண்டிய அளவில் தண்ணீரையாவது, நீர் சேர்ந்த கந்தககாமிலத்தையாவது சொட்டவிடச் செய்வார்கள். நார்டாசன் அல்லது புகையும் கந்தககாமிலத்தைத் தயார் செய்யத் தேனிரும்புத் தொட்டியில் சுண்டின கந்தககாமிலத்தை எடுத்து அதில் கந்தக-த்ரி-பிராணையைச் செலுத்துவார்கள்.



$$H_2SO_4 + SO_3 \rightarrow H_2S_2O_7$$ [1]

மேற்கண்ட முறையே ஜெர்மனி தேசத்தில் ஒரு பெரிய தொழிற்சாலையில் (Badische Anilin and Soda Fabrik Company) கையாளப்பட்டு வருகிறது.

ஷ்ராடர் க்ரில்லோ முறையில் (Schroder Grillo Process) மாக்னீஸிய-கந்தககஜ ஸ்படிகங்களைப் பிளாடின-

[1] இவ்வமிலத்தை 'ஒலியம்' (Oleum) அதாவது தைலம் என்று வியாபாரமுறையிற் குறிப்பிடுவது வழக்கம். சாயம், மருந்து தயாரிக்குந் தொழில்களில் பிராணீகரண, கந்தகீகரண (Sulphonation) முறைகளில் இது அதிகம் உபயோகிக்கப்படுகிறது.

ஹரிதகை விலயனத்தில் நனைத்துக் கந்தக-து்வி-பிராணை மண்டலத்திற் சூடுசெய்ய, நுண்ணிய பிளாடினத் துணுக்கு களையுடைய கடற்பஞ்சு போன்ற கட்டிகளுண்டாகும். அவைகளைப் பிளாடினித்த கல்நாருக்குப் பதிலாக ஸ்பர்ச கர்த்தாவாக இங்கிலாந்திலும் அமெரிக்காவிலும் உபயோகிக்கிறார்கள்.

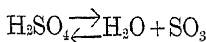
பிளாடினம் அதிக விலையுள்ளதாகையால், எரித்த இரும்புகந்தகச்சிலையிலுள்ள துணுக்கைபோன்ற அயிக-பிராணையை (Fe_2O_3) ஸ்பர்சகர்த்தாவாக உபயோகப்படுத்துகிறார்கள் (Mannheim Process). ஆனால் அம்முறையில் 60% கந்தக-து்வி-பிராணையே த்ரி-பிராணையாக மாறும். பாக்கி 40% வாயுவை பிளாடினித்த கல்நார்கொண்டு த்ரி-பிராணையாக மாற்றுகிறார்கள். தொழில்முறைக்கு வேண்டிய பிளாடினம் இம்முறையில் குறைவாகவே இருப்பதால், ஆரம்பத்தில் போடவேண்டிய முதலுங் குறைவாகவே இருக்கும். இதுதான் இம்முறையிலுள்ள சாதகம்.

சில சமயங்களில் வனேடியஞ் சேர்ந்த பொருள்களை ஸ்பர்ச கர்த்தாவாக உபயோகிக்கின்றனர் (Selden Process). அயிக-பிராணையுடனாவது, வனேடியஞ் சேர்ந்த பொருளுடனாவது, ஸ்பர்சகர்த்தாவின் வீரியத்தை அதிகப்படுத்தும் "துரிதகாரகங்களை"ச் (Promoters) சேர்த்து விகாரங்களை நடத்தி விளைவை அதிகரித்துப் பயன்பெறலாகும்.

தொழில்முறைகள் மூன்றையுந் தாரதரித்துப் பார்க்க, அறைமுறையில் தயாரித்த கந்தககாமிலம் மிகச் சுத்தமாயிராவிட்டாலும் விலை சரசமாயிருப்பதால் வியாபாரச் சாலைகளில் அதிக அளவில் விற்பனையாகி வருகிறது. அறைமுறையிலுள்ள சில அசௌகர்யங்களை விலக்கி, ஸ்தூபி முறையால் கந்தகி-காமிலம் எளிதிலும் விலை சரசமாயும் செய்யப்படுவதால், "ஸ்பர்ச முறை அறை முறையைக் கொன்றுவிடுமென்ற பயம்" நீங்கிவிட்டது. ஸ்தூபி முறை இக்காலத்தில் புகழோடு கையாளப்

படுகிறது. விலை அதிகமாயிருந்தபோதிலும், ஸ்பர்ச முறை அமிலம் வெகு சுத்தமானது. அதைத் தயாரிக்கும் ஸ்பர்ச முறையும் அழகாயும் சிக்கலில்லாததாகவுமிருக்கிறது. இம்முறையில் வற்றவைக்கவேண்டிய தொந்திரவு இல்லை. பீர், சாராயம், நீலச்சாயம், வெடிமருந்து, ஆகாரத்திற்குரிய பண்டங்கள் முதலியவைகளைத் தயாரிக்கும்பொழுது ஸ்பர்ச முறை அமிலத்தையே உபயோகிக்கிறார்கள்.

பௌதிக குணங்கள்:—காய்ச்சி வடித்தல் முறையால் சுத்திசெய்யப்பட்ட அமிலத்தில் சுமார் 1·7% தண்ணீரிருக்கும். அதன் திண்மை 1·842 (15°ச-ல்). சுத்த அமிலம் வேண்டுமேயாகில், மேற்கண்ட அமிலத்துடன் வேண்டிய அளவில், கந்தக-த்ரி-பிராணையை அல்லது புகையும் அமிலத்தை (fuming acid) கரைக்க வேண்டும். அது நிறமற்ற, மணமற்ற எண்ணெய்போன்ற கனமுள்ள ஒரு தடித்த திரவம்; அதன் உருகு நிலை 10·5°ச. சுத்த அமிலம் 150°ச. உஷ்ண நிலையிலேயே வியோகிக்க ஆரம்பித்து வெள்ளைப் புகையாக கந்தக-த்ரி-பிராணையை வெளிவிட்டு, 330°ச-ல் கொதிக்க ஆரம்பிக்கும். அமிலம் 98·33% பலத்திற்குக் குறைந்தவுடன், சங்கலனம் மாறுபடாமல் ஒரே உஷ்ண அளவில், 338°-ல், (வாயு மண்டல அமுக்க நிலையில்) கொதித்து ஆவியாய்ப் பரிணமிக்கும். சூட்டில் அந்த ஆவி கந்தக-த்ரி-பிராணையாகவும் நீராவியாகவும் வியோகிக்கும்; ஆனால் குளிர்ந்து திரவமாக மாறும்பொழுது அவ்வியோகித்த பொருள்கள் மறுபடியும் ஸம்யோகித்துப் பழைய திரவத்தையே கொடுக்கும்.



$$H_2SO_4 \rightleftarrows H_2O + SO_3$$

அதிகமான சூட்டில் (ஆவியைச் சிவக்கக் காய்ச்சிய குழாயில் அனுப்ப) அது கந்தக-துவி-பிராணையாகவும் பிராணவாயுவாகவும் நீராகவும் வியோகிக்கும்.



$$2H_2SO_4 = 2H_2O + 2SO_2 + O_2$$

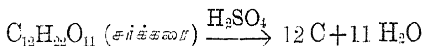
இவ்வாயுக்கள், குளிர்ந்தபின், கந்தகிகாமிலமாக ஐக்கியமாகா. இச்சோதனைகொண்டு அமிலத்தில் அப்ஜனகம் கந்தகம் பிராணவாயு இம்மூன்றும் அமைந்துள என்று காட்டலாகும். சுத்தமான அமிலம் மின்சார ஓட்டத்திற்குத் தடையாயிருக்கும். ஆனால் 30% அமிலவிலயனத்தில் மின்சாரம் எளிதிற் கடந்துசெல்லும்.

ரஸாயன குணங்கள் :—கந்தகிகாமிலம் தண்ணீரில் எவ்வளவிலும் கரையக்கூடியது. கரையும்பொழுது அதிக உஷ்ணம் வெளித்தோன்றும். விலயனத்தின் பருமனும் குன்றும். அமிலமும் நீரும் கலக்குங்கால் அதிகச் சூடு வெளிப்படுவதால், அமிலத்தை நீர்விட்டுப் பெருக்க வேண்டியபோதெல்லாம், அமிலத்தையே தண்ணீரின் மேலூற்றிச் சேர்க்கவேண்டும். **தண்ணீரை அமிலத்தின் மேலூற்றிச் சேர்க்கவே கூடாது.** சுண்டின அமிலத்தின்மேல் நீரை வார்க்க, முதலிற் சேர்க்கப்பட்ட நீரிலுள்ள துளிகள் திடீரென்று ஆவியாக மாறிப் பெருக, வெடியுடன் அமிலம் வாரிச்சிதறும். பனிக்கட்டியுடன் அமிலத்தைக் கலக்கக் குளுமை தோன்றுவது விந்தையே. ஏனென்றால் பனிக்கட்டி உருகுதற்குரிய கூடோஷ்ணம் திரவநீருடன் அமிலத்தைக் கலக்குங்கால் தோன்றும் உஷ்ணத்தைவிட அதிகம். ஒரு கிராம் அணுபார அமிலம் ஒரு கிராம் அணுபாரத் தண்ணீருடன் கலக்க, 6700 தாபாங்கச் சூடு வெளிப்படும். இன்னுந் தண்ணீரைச் சிறிது சிறிதளவாகச் சேர்க்க உஷ்ணம் அதிகரிக்கும். அதிக அளவில் தண்ணீரை யெடுத்து அத்துடன் ஒரு கிராம் அணுபார கந்தகிகாமிலத்தைச் சேர்ப்பதாலுண்டாகும் மொத்த உஷ்ணத்தினளவு 20,000 தாபாங்கங்கள். இவ்வதிக உஷ்ணம் வெளிப்படுவதானது ரஸாயன விகாரமேற்படுவதால்தான் என்பதிலும் சந்தேகமுண்டோ? மேலும் போகப்போக மின்னணு வியோகமுமதிகரித்துக் கொண்டே போவதாலும் உஷ்ணம் வெளிப்படலாம். $H_2SO_4H_2O$ என்ற ஒரு நீர்ப்பொருள், 8·5°ச-ல் உருகுகிற

ஊசிபோன்ற ஸ்படிக வடிவங்களில் தயாரிக்கப்பட்டிருக் கிறது. $H_2SO_4 2H_2O, H_2SO_4 4H_2O$ என்ற பொருள்கள் விலயனத்தைக் குளிர்வித்து அடையப்பட்டிருக்கின்றன. தண்ணீரிடம் அதற்கு அதிக நாட்டமுண்டு. பல பொருள்களினின்று தண்ணீருக்குரிய தனிப்பொருள்களைப் பிரித்துக் கொள்ளும்படியான அவ்வளவு உறவை அது காட்டுகிறது. ஒரு கடிதத்துண்டின் மேலும், பலகைத்துண்டின் மேலும், பஞ்சின்மேலும் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தைச் சொட்ட விட, சில நிமிஷங்களில் அவைகளெல்லாந் தீய்ந்து கரியாவதைப் பார்க்கலாம். மேற்கண்ட கடிதம் முதலிய பொருள்களில் இங்காலம் (கரி), பிராணவாயு, அப்ஜனகம் என்ற தனிப் பொருள்கள் சேர்ந்திருப்பதால், கந்தகிகாமிலம் தண்ணீராகச் சேருகிற பிராணவாயுவையும் அப்ஜனகத்தையும் வாங்கிக்கொண்டு கரியை விலக்குகிறது. அது தோலில் பட, பட்ட இடம் வெந்து தீயும். ஆகையால் சீசாவிலிருந்து அமிலத்தை ஊற்றிக்கொண்டபின், வெளியில் வழிந்ததைக் கந்தையால் துடைத்தெடுத்துவிடவேண்டும். மரங்கெடாவண்ணம், அவ்வமில சீசாவைப் பீங்கான் அகல்மேல் வைப்பது வழக்கம். ரஸாயன சோதனைச்சாலைகளில் வேலைசெய்பவர்களிடத்தில் கந்தகிகாமிலத்தின் துணிநாசஞ்செய்யுந் தன்மையைப்பற்றிக் கேட்கவும் வேண்டுமோ? அவர்கள் கூறுமலே அவர்களணிந்திருக்கும் உடைகளிலுள்ள துவாரங்களே அமிலத்தின் காரத்தையும், அரித்துக் கரைத்து நாசமாக்குந் தன்மையையும் நிதர்சனமாகக் காட்டும். இவ்வமிலம் வழமையான காங்கையில் ஆவியாகாது. ஆகையால் தண்ணீர்கலந்த இவ்வமிலம் துணியில் விழுந்தால் தண்ணீர் படிப்படியாய் ஆவியாக அமிலம் அதிக வீறுள்ளதாகிச் சீலையை அரிக்கும்.

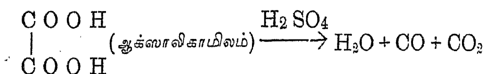
ஒரு கண்ணாடிப் போகணியில் பூரித சர்க்கரை விலயனத்தை எடுத்து, அதன்மேல் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தை வார்க்க, விகாரமண்டலத்தில் விலயனம் நுரைத்

தைப் பொங்கும்; நீராவியும் கந்தக-துவி-பிராணையும் வெளி வரும். சுத்தமான கரி தேன்கூடுபோன்ற ஸ்திதியில் நிற்கும்.



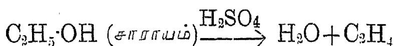
$$C_{12}H_{22}O_{11}\ (\text{சர்க்கரை}) \xrightarrow{H_2SO_4} 12\,C + 11\,H_2O$$

ஆக்ஸாலிகாமிலத்துடன் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தைச் சேர்த்துச் சூடு செய்ய, ஆக்ஸாலிகாமிலத்திலிருந்து தண்ணீர் பிரிபட்டு, இங்கால-ஏக-பிராணையும் இங்கால-துவி பிராணையும் வெளிவரும். கலவையைப் பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்தில் செலுத்த, இங்கால-துவி-பிராணை சோஷிக்கப்பட்டு இங்கால-ஏக-பிராணையே வெளிவரும். அதைக் கொளுத்திவிட, அது நீல நிறச் சுடருடன் எரியும்.



$$\begin{matrix} COOH \\ | \\ COOH \end{matrix}\ (\text{ஆக்ஸாலிகாமிலம்}) \xrightarrow{H_2SO_4} H_2O + CO + CO_2$$

அதேவிதமாக, சாராயத்திலிருந்து சுண்டின கந்தகிகாமிலம் தண்ணீரைப் பிரித்து எதிலீன் (Ethylene) என்னும் வாயுவை வெளியேற்றும்.



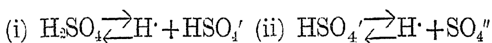
$$C_2H_5{\cdot}OH\ (\text{சாராயம்}) \xrightarrow{H_2SO_4} H_2O + C_2H_4$$

மயில்துத்தத்தைச் ($Cu\,SO_4 5\,H_2O$) சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தைச் சிறிதுநேரந்தொட்டு நிற்கச்செய்ய, அந்நீல ஸ்படிகங்கள் நிறத்தை இழந்து வெளுக்கும். அமிலம் ஸ்படிக நீரை உறிஞ்சிக்கொள்வதே இதற்குக் காரணம்.

அமிலத்திற்குத் தண்ணீருடனிருக்கும் நாட்டத்தினுலேதான், அவ்வமிலம் வாயுக்களை நீராவியினின்று நீக்கிச் சுத்தஞ்செய்வதற்கு உபயோகப்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. இவ்வுபயோகத்தை முன்னுலேயே பல சோதனைகளில் கண்டறிந்திருக்கிறோம். பின்னுலும் பல சோதனைகளில் காணப்போகிறோம். பல சேதன ரஸாயனப் பொருள்களைத் (Organic Compounds) தயாரிக்கும்

பொழுது, விகாரத்தில் விளையுந் தண்ணீர் விகாரத்தைத் திருப்பி எதிரிடையாக நடக்கவொட்டாமலிருக்க, சுண்டின கந்தகிகாமிலமுபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. (உ-ம்) எஸ்டர்கள் (Esters) நைட்ரோ-க்ளிஸரீன் (Nitro-glycerine) முதலியவைகளைத் தயாரிக்கும்பொழுது அவ்வமிலஞ் சேர்க்கப்படுகிறது.

அது ஒரு பலமும், வீரியமும் பொருந்திய அமிலம். இரண்டு லீட்டர் தண்ணீரில் ஒரு சொட்டு அமிலத்தைச் சேர்த்து அதில் லிட்மஸ் தாளை நனைத்துப் பார்க்க, தாள் சிவப்பாய் மாறும். அவ்வமிலம், துவி-க்ஷாரத்துவமானது. தண்ணீரில் கரையும்பொழுது, படிப்படியாய் இரண்டு விதங்களில் அது மின்னணுக்களாக வியோகிக்கும்.



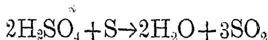
$$(i)\ H_2SO_4 \rightleftarrows H^{\cdot} + HSO_4' \quad (ii)\ HSO_4' \rightleftarrows H^{\cdot} + SO_4''$$

இரண்டாவது வியோகம் மெதுவாகவே நடக்கும். ஒரு லீட்டர் விலயனத்தில் ஒரு சமான எடை அமிலங்கரைந்திருக்க, அமிலத்திலுள்ள அப்ஜனகத்திற் பாதியே மின்னணுக்கள் நிலையிலிருக்கும். அச்சமமான நிலையில் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலமும், பாக்கியகாமிலமும் 80% அளவில் மின்னணுக்களாக வியோகிக்கும். அது, துவிக்ஷாரத்வமானதாதலால், இரண்டுவகை அமிலஜங்களைக் கொடுக்கும். (உ-ம். $NaHSO_4$,Na_2SO_4). $NaHSO_4$ போன்ற அமில கந்தகிகஜங்களின் விலயனங்களைச் சோதனைத்தாள் கொண்டு சோதிக்க அமில குணம் வெளிப்படும்.

கந்தகிகாமிலம் வீரியமுள்ளதாகையாலும் கொதிநிலை அதிகமாயிருப்பதாலும், பல உப்புக்களினின்று உரிய அமிலங்களை விலக்க வல்லதென்று நாம் பலதடவைகளிற் கண்டிருக்கிறோம். அமிலஜங்களுடன் அதைச் சேர்த்துச் சூடு செய்ய, அமிலஜத்துக்குரிய அமிலம் விலகி ஆவியாய் வெளியேறும். கால்ஸிய அல்லது பேரிய ஹரிதகிகஜம் போன்ற உப்புக்களுடன் கந்தகிகாமிலத்தை வேண்டிய அளவில் சேர்க்க, கால்ஸிய அல்லது பேரிய-கந்தகிகஜம்

அவபதித்து வேண்டிய அமிலம் விலகி நிற்கும்; அவபதித்தை வடிகட்டிச் சுத்தமான அமிலத்தை அடையலாம். கால்ஸியம், பேரியம் முதலியவற்றின் கந்தகிகஜங்கள் கரையாத தன்மையினாலேயே இம்முறையாளப்படுகிறது.

சூடான கந்தகிகாமிலம் பிராணீகரணத்திற்குக் காரணமான ஒரு வர்த்தனிபோல் விகாரிக்கும். கந்தகத்தைக் கந்தக-துவி-பிராணையாகவும், கரியைக் கரியமில வாயுவாகவும் அது விருத்திசெய்யும்.



$$2H_2SO_4 + S \rightarrow 2H_2O + 3SO_2$$

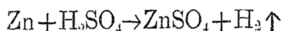


$$2H_2SO_4 + C \rightarrow 2H_2O + 2SO_2 + CO_2$$

அது அப்ஜனக-இரக்தகையையும் அப்ஜனக-பாடலகையையும் முறையே இரக்தகமாகவும் பாடலகமாகவும் பிராணீகரிக்குமென்று முன்பு கண்டிருக்கிறோம். பாஸ்வரத்தை (Phosphorus) அமிலத்துடன் கொதிக்கவிட, பாஸ்வரச, பாஸ்வரிக அமிலங்கள் (Phosphorous and Phosphoric acids) உண்டாகும். அது அப்ஜனக-கந்தகையைக் கந்தகமாகப் பிராணீகரிக்கும்.

உலோகங்களுடன் கந்தகிகாமிலஞ் சேர்ந்துண்டாகும் விகாரங்கள், உலோகங்களையும் அமில விலயனத்தின் பலத்தையும் பொறுத்திருக்கின்றன. குளிர்ந்த சுண்டின-கந்தகிகாமிலம், தாமிரம், இரஸம், காரீயம், வெள்ளி என்ற ஒவ்வொன்றுடனுஞ் சேர்ந்து விகாரிப்பதில்லை. சூடான சுண்டின கந்தகிகாமிலமும், தங்கம், பிளாடினம் முதலிய உலோகங்களுடன் விகாரிக்காது. சாதாரண உஷ்ண நிலையிலேயே நீர் சேர்ந்த கந்தகிகாமிலத்தில், இரும்பு, நாகம், மாக்னீஸியம், மாங்கனஜம் முதலிய உலோகங்கள்

ஒவ்வொன்றும் எளிதில் கரைந்து அப்ஜனகத்தை விலக்கி வெளிப்படுத்தி உரிய கந்தகிகஜங்களாக மாறும்.



$$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2 \uparrow$$

இரும்பு, நாகம், மாக்னீஸியம் முதலிய உலோகங்கள் சுத்த சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் சாதாரண உஷ்ண நிலையில் விகாரிக்காமலிருப்பது ஆச்சரியமே; முதலில் சிறிதளவு அப்ஜனகம் வெளிப்பட்டுப் பிறகு பிரதிக்கிரியையே நின்றுவிடும். ஆனால் உலோகமும் அமிலமும் சேர்ந்த மிச்ரத்தைச் சூடுசெய்யக் கந்தக-துவி-பிராணை வெளிவரும்; உலோக கந்தகிகஜம் உண்டாகும். அப்ஜனகத்தைச் சூடான சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தில் செலுத்த, அமிலம் கந்தக-துவி-பிராணை நிலைக்குக் குறைவுபடும். கந்தகிகஜமும், பிளாடினம் போன்ற உலோகங்களும் (விகாரமண்டலத்திலிருக்க) க்ஷயீகரணத்திற்கு உதவியாய் இருக்கின்றன. உலோகங்கள், சூடான கந்தகிகாமிலத்தை க்ஷயீகரித்துக் கந்தக-துவி-பிராணையை வெளிவரச் செய்வதும் அக்காரணத்தாலிருக்கலாமென்று தோன்றுகிறது. ஆனால் நாகத்துடனும் இரும்புடனும் மாக்னீஸியத்துடனும் அமிலம் விகாரிக்க, க்ஷயீகரணம் இன்னும் அதிகமாக நடக்கலாம். அங்கு விளையும் ஜனித-அப்ஜனகம், அமிலத்தைக் கந்தக நிலைக்கும் அப்ஜனக-கந்தகை நிலைக்குங் குறைவுபடுத்தச் சக்திவாய்ந்ததாயிருக்கிறது.

உபயோகங்கள் :—கந்தகிகாமிலத்தின் உபயோகங்கள் எளிதில் எண்ணிடப்படுமோ? அது தலையிட்டுக் கொள்ளாத முக்கிய ரஸாயனத் தொழில்முறை ஏதேனும் உண்டோ? இல்லவே இல்லை. ஒரு தேசத்தின் பொருள் வளத்தைச் சுலபமாகத் தெரிவிக்கக்கூடியது, அத்தேசத்தில் உபயோகிக்கப்படும் கந்தகிகாமிலத்தின் பரிமாணமே. உலக முழுவதிலும் ஒவ்வொரு வருஷத்திலும் ஒரு கோடிடன் நிறையுள்ள கந்தகிகாமிலந் தயாரிக்கப்பட்டு வருகிறது. நமது தாய் நாடாகிய இந்தியாவிலும் கந்தகிகாமில யந்தி

ரங்கள் அதிகமாகி வருகின்றன.[1] இது தொழில் அபி விருத்தியைக் காட்டுஞ் சின்னமோ! மலிவாகவும் அதிக அளவிலும் கந்தகிகாமிலம் இந்தியாவில் தயாரிக்கப்பட்டாலொழிய, இத்தேசத்திற் கிடைக்கும் கனிஜவளத்தை முற்றிலுமுபயோகித்துத் தேசத்தின் பொருள்வளத்தைத் தலைதூக்கிச் சிறந்துநிற்கச்செய்யமுடியாது. ரஸாயன ஞானம் வளர வளர இத்தேசத்திற் கிடைக்கும் கந்தகப் பொருள்களைக்கொண்டே வேண்டிய அளவு கந்தகிகாமிலம் தயாரித்தல்கூடும் என்பதில் ஐயமில்லை. ஆகையால் இக்கலையில் நிபுணத்துவம் அடைந்து தாய்நாட்டை முன்னேற்றத்திற்குக் கொண்டுவருவது இந்நாள் ரஸாயன மாணவர்களின் கடமையாகும். அவர் அங்ஙனஞ் செய்வார் என்பதே எமது துணிபு. பொங்கும் மங்களம் எங்கும் தங்குக.

---

[1]. 1929-1933-ம் வருஷங்களில் 90,029 டன் கந்தகமும், 2220 டன் கந்தகிகாமிலமும் இந்தியாவில் இறக்குமதி ஆயிருக்கின்றன. சுமார் 30 வருஷங்களுக்குமுன் ஒரு வருஷத்தில் சுமார் ரூ. 5,86,00 பெறுமான அமிலம் இறக்குமதியானது. இப்பொழுது சுமார் ரூ. 69,000 பெறுமான அமிலமே இறக்குமதியாகிறது. இறக்குமதி வரவரக் குறைந்துகொண்டுவருவதின் காரணம் இந்தியாவிலேயே பல தொழிற்சாலைகளில் அமிலத்தை அதிக அளவில் தயாரிப்பதே. அவ்விதத் தொழிற்சாலைகளைக் கீழே குறிப்பிட்டுள்ளோம்.

	1929—1933 வருஷங்களில் தயாரித்த அமிலம் டன் அளவில்
Bengal :—	
D. Waldie & Co., Konnagar	7,100
Bengal Iron Co., Kulti	3,913
Bengal Chemical and Pharmaceutical Works, Calcutta	12,465
Dr. Bose's Laboratory, Calcutta	1,947
The Indian Iron and Steel Co., Burnpur	11,745

முக்கியமாகக் கந்தகிகாமிலம் உபயோகப்படும் தொழில் முறைகளாவன:—பல் அமிலங்கள் தயாரித்தல்; பூசாரத்தை விருத்திசெய்து தானிய விளைவை அதிகரிக்கும் எருக்களைத் தயார்செய்தல். உ-ம் அமோனிய-கந்தகிகஜம்;

	1929—1933 வருஷங்களில் தயாரித்த அமிலம் டன் அளவில்
Bihar and Orissa:—	
Tata Iron and Steel Co., Jamshedpur	34,689
Burrakpur Coal Co., Loyabad	4,100
East Indian Railway Colliery, Girridih	1,045
Bararee Coke Co., Ltd., Jamadoba	4,198
Jharia Sulphuric Acid Co., Lodna	5,152
Tinplate Co., of India Ltd.,	6,627
Burma:—	
Burma Oil Co., Ltd., Rangoon	27,455
Bombay:—	
Eastern Chemical Co.	11,591
Dharamsi Morarji & Co.	5,253
Madras:—	
Cordite Factory Nilgiri Hills	1,502
Parry & Co., Ranipet	3,082
Punjab:—	
Several Small Producers	2,563
United Provinces:—	
Cawnpore Chemical Works Ltd.	9,382
Other Producers	856

(From the Records of the Geological Survey of India, Vol. LXX.)

கால்ஸிய-அதிபாஸ்வரிகஜம் (Superphosphate of lime)[1]; குளிப்பதற்கும் ஆடைகளை வெளுப்பதற்கும் உபயோக முள்ள சவுக்காரக்கட்டிகளைத் (Soaps) தயாரித்தல்; மெழுகு திரி, மண்ணெண்ணெய்கள், சர்க்கரை, ஈதர், தோல்பத்திரம், பல சேதனப் பொருள்கள், மருந்துகள், வெடிச்சரக்குகள், ஸோடா உப்பு, கந்தகிகஜங்கள், கண்ணாடிகள், சாயங்கள், மைவகைகள், பூச்சுவர்ணங்கள் முதலியவைகளைத் தயாரித்தல்; சாயமிடுதல், பாஸ்வரந் தயாரித்தல், உலோகங்களைத் தயாரித்தல், பளிங்குபூசுதல் (Enamelling), இரும்பு எஃகுத் தகடுகளில் நாகம்பூசுதல் (Galvanizing), தகரஞ்செய்தல், வெள்ளி, தங்க முலாம் பூசுதல், மின்சார ஆசயங்களில் (accumulators) மின்சாரத்தைச் சேகரித்துக்கட்டுதல். இவ்வகைக் கைத்தொழில்களில் நேராகவோ அல்லது வேறு வகையிலோ அது உபயோகப்பட்டுவருகிறது. சோதனைச்சாலையில் அது ஒரு விசேஷப் பிரதிகாரகமாய் விளங்குகிறது. நீர்விட்டுப்பெருக்கிய அமிலம் ஓர் ஔஷதம்.

கந்தகிகஜங்கள் (Sulphates)

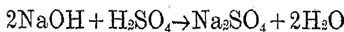
(1) உலோகங்களையாவது அவைகளின் பிராணைகளையாவது அப்ஜ-பிராணைகளையாவது இங்காலிகஜங்களையாவது கந்தகிகாமிலத்தில் கரைத்து அவசியமிருந்தால் வடிகட்டி விலயனத்தை வற்றவைத்துக் கந்தகிகஜங்களை ஸ்படிகீகரிக்கலாம். (2) எளிதில் ஆவியாக மாறும் அமிலங்களுக்குரிய அமிலஜங்களைக் கந்தகிகாமிலத்துடன் சேர்த்துத் திரவம் நீங்கும்வரை வற்றக் காய்ச்சிக் கந்தகி

[1] நமது நாட்டில் ஒவ்வோராண்டும் சுமார் 25,000 டன் அமோனிய-கந்தகிகஜம் இறக்குமதி ஆகிறது; 13,000 டன் இந்நாட்டிலேயே தயாராகிறது; 2400 டன் ஏற்றுமதி ஆகிறது. இச்சரக்கு மலிவாகக் கிடைக்குமேயானால் பயிரிடுவோர் இதை வாங்கி நிலங்களின் விளைவை அதிகப்படுத்தலாம். இச்சரக்குக்கு இந்நாளில் நல்ல கிராக்கி. ஒவ்வோராண்டும் உலகில் 14,000,000 டன்களுக்குமேல் அதிபாஸ்வரிகஜம் தயாரிக்கப்படுகிறது.

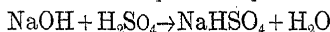
கஜங்களைத் தயார்செய்யலாம். (3) கரையாத கந்தகிகஜங்களை உரிய விலயனங்களுடன் நீரிட்ட கந்தகிகாமிலத்தைச் சேர்த்து அவபாதன முறையால் தயாரிக்கலாம். கந்தகிகாமிலம் துவி-க்ஷாரத்வமான அமிலமாகையால் இருவகை அமிலகஜங்களைத் தரும். (1) அப்ஜனக-கந்தகிகஜங்கள் அல்லது அமில-கந்தகிகஜங்கள் (Hydrogen-sulphates or acid sulphates or bisulphates); (2) கந்தகிகஜங்கள் (Sulphates) இவை நடுநிலையுப்புக்கள்.

அப்ஜனக-கந்தகிகஜங்கள்

(1) 20 க. ச.மீ. ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனம் 24 க. ச. மீ. கந்தகிகாமில விலயனத்துடன் சேர்ந்து நடுநிலையைத் தந்ததென்று வைத்துக்கொள்வோம். இங்கு நடுநிலை கந்தகிகஜமே உண்டாகி விலயனத்தில் நிற்கும் விலயனத்தை வற்றவைத்து ஸ்படிகீகரிக்கவும். 24-க.ச.மீ. கந்தகிகாமிலத்துடன் $\frac{20}{2}=10$-க.ச.மீ. ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்தைச் சேர்க்க, விலயனத்தில் ஸோடிய-அப்ஜனக-கந்தகிகஜமுண்டாகும். அதாவது எடுத்துக் கொண்ட கந்தகிகாமிலத்தில் முற்றிலுங் காரமழியுந்நிலைக்கு வேண்டிய க்ஷாரத்தில் சரிபாதியை விகாரிக்கச்செய்து விலயனத்தைச் சுண்டக்காய்ச்சிக் குளிர்வித்து ஸ்படிகீகரிக்க அப்ஜனக-கந்தகிகஜம் பிரிந்து வெளித்தோன்றும்.



$$2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$



$$NaOH + H_2So_4 \rightarrow NaHSO_4 + H_2O$$

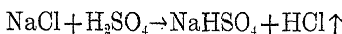
மேற்கண்டபடி தயாரித்த இருவகை உப்புக்களையும் ஒப்பிட்டுப்பார்.

(2) நடுநிலைக் கந்தகிகஜங்களுடன் கந்தகிகாமிலத்தைச் சேர்த்துச் சூடுசெய்து, பிறகு விலயனத்தைக் குளிர வைக்க, அப்ஜனக-கந்தகிகஜ ஸ்படிகங்கள் பிரிந்து வெளி வரும்.



$$Na_2SO_4 + H_2SO_4 \rightarrow 2NaHSO_4$$

(3) ஓரமிலத்தை அவ்வமிலத்திற்குரிய அமிலஜத்தினின்று கந்தகிகாமிலத்தால் விலக்கும்பொழுது அப்ஜனக-கந்தகிகஜமுண்டாகலாம்.



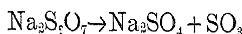
$$NaCl + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HCl\uparrow$$

அப்ஜனக-கந்தகிகஜங்களெல்லாம் அநேகமாய்த் தண்ணீரில் கரையக்கூடியவை அவைகளின் விலயனங்களெல்லாம் லிட்மஸ் தாளைச் சிவப்பாக்கும். அவைகளெல்லாம் அமில உப்புக்களல்லவா? அவைகளைச் சூடுசெய்தால், நீர் பிரிந்து உஷ்ண-கந்தகிகஜங்கள் (Pyro-sulphates) உண்டாகும்.



$$2NaHSO_4 \rightarrow Na_2S_2O_7 + H_2O$$

ஸோடிய-உஷ்ணகந்தகிகஜம் ($Na_2S_2O_7$) இன்னும் அதிகமாகச் சூடு செய்யப்பட்டால் ஸோடிய-கந்தகிகஜமாகவும், கந்தக-த்ரி-பிராணையாகவும் வியோகிக்கும்.

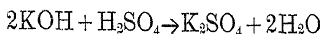


$$Na_2S_2O_7 \rightarrow Na_2SO_4 + SO_3$$

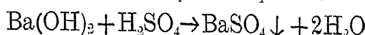
விகாரத்தில் உண்டாகும் கந்தக-த்ரி-பிராணை தண்ணீருடன் கலந்து கந்தகிகாமிலத்தையுங் கொடுக்கலாம்.

நடுநிலை கந்தகிகஜங்கள் (Normal Sulphates)

1. முற்றிலும் காரமழியும்வரை க்ஷார விலயனத்துடன் கந்தகிகாமிலத்தைச் சேர்க்க நடுநிலை கந்தகிகஜமுண்டாகும்.



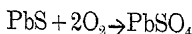
$$2KOH + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$$



$$Ba(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4\downarrow + 2H_2O$$

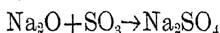
விலயனத்தைச் சுண்டக் காய்ச்சி ஸ்படிகீகரிக்க, கந்தகிகஜங்கள் பிரிந்து வெளிவரும்.

2. சில கந்தகைகளைப் பிராணீகரண முறையால் கந்தகிகஜங்களாக மாற்றலாம்.



$$PbS + 2O_2 \rightarrow PbSO_4$$

3. சில பிராணைகள் நேரே கந்தக-த்ரி-பிராணையுடன் ஸம்யோகித்துக் கந்தகிகஜங்களைக் கொடுக்கும்.



$$Na_2O+SO_3 \rightarrow Na_2SO_4$$

4. சில பகு-பிராணைகள் அல்லது பர-பிராணைகள் கந்தக-துவி-பிராணையுடன் ஸம்யோகித்துக் கந்தகிகஜங்களைக் கொடுக்கும்.

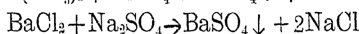


$$PbO_2+SO_2 \rightarrow PbSO_4$$

5. தண்ணீரிற்கரையாத கந்தகிகஜங்களை அவபாதன முறையால் தயாரிக்கலாம்.



$$Pb(NO_3)_2+H_2SO_4 \rightarrow PbSO_4\downarrow +2HNO_3$$



$$BaCl_2+Na_2SO_4 \rightarrow BaSO_4\downarrow +2NaCl$$

ஸீஸ, இரச, கால்ஸிய, ஸ்ட்ரான்ஷிய, பேரிய கந்தகிகஜங்கள் தண்ணீரில் கரையமாட்டா. இரஜத-கந்தகிகஜத்தின் கரைமானம் குறைவானது. மற்ற கந்தகிகஜங்களெல்லாங் கரையக்கூடியவை. க்ஷாரலோக கந்தகிகஜங்கள் யாவும் சூடு செய்யப்பட்டால் விபாகிக்கிறதில்லை. திண்மை அதிகமுள்ள உலோகங்களின் கந்தகிகஜங்களைச் சூடு செய்ய, அவை உலோகப் பிராணைகளாகவும் கந்தக-த்ரி-பிராணையாகவும் விபாகிக்கும். சூடு அதிகமாயிருந்தால், கந்தக-த்ரி-பிராணை கந்தக-துவி-பிராணையாகவும் பிராணவாயுவாகவும் வியோகிக்கும்.

பல கந்தகிகஜங்கள் பூமியில் விளைகின்றன. நீர்-கால்ஸிய-கந்தகிகஜத்திற்குக் கர்ப்பூரசிலாசத்து (Gypsum) $CaSO_4 2H_2O$ என்று பெயர். வயல்களுக்கு எருக்கள் தயார் செய்வதிலும் "பாரிஸ் சாந்து" (Plaster of Paris) தயார் செய்வதிலும் அது உபயோகப்படுகிறது. சிலாசத்தை 110°-ச-க்குச் சூடு செய்யப் பாரிஸ்-சாந்து உண்டாகும்.



$$2[CaSO_4 2H_2O] \rightarrow (CaSO_4)_2 H_2O+3H_2O$$

பாரிஸ்-சாந்து ஒரு வெள்ளைப் பொடி. அதனுடன் அதனுடைய எடையில் மூன்றில் ஒரு பங்கு எடை தண்

ணீரைச் சேர்த்துப் பிசைய, சீக்கிரமாகக் கலவை சிறிது பருத்து ஒரு கெட்டியான பிண்டமாக மாறும். ஆகையால் அதை விக்கிரகம் முதலியவைகளின் அச்சுக்களைத் தயாரிப்பதற்கு உபயோகப்படுத்துகிறார்கள். உ-ம்.—பீங்கான் கிண்ணத்தில் 25 கி. பாரிஸ் சாந்தை எடுத்து சுமார் 10 க. ச. மீ. தண்ணீரைவிட்டுப் பிசைந்து விரைவாய்க் கலவையை ஒரு காலணாமேல் வைத்து அழுக்கி கலவை காய்ந்தவுடன் எடுத்துப்பார்த்தால் நாணயத்தில் எந்தப் பக்கத்தில் சாந்து வைக்கப்பட்டதோ அப்பக்கத்திலுள்ள எழுத்து முதலியவைகளின் சாயையை நன்றாயுந் தெளிவாயும் பாரிஸ்-சாந்து அச்சில் காணலாம். அது காயும் பொழுது சிறிதளவு விரிவு ஏற்படுவதால் எழுத்து முதலியவை தெளிவாய்த் தோன்றும். அவ்விரிவின் காரணம் பற்றியே, பல சிகிச்சைச் சாலைகளில் பாரிஸ் சாந்தை முறிந்த எலும்புகளைச் சரிசெய்தபின், அப்பாகத்தின்மேல் துணிகொண்டு கட்டுவதற்குப் பதிலாக உபயோகிக்கிறார்கள். இன்னும் அதைச் சுவர்ப்பூச்சு வேலைக்கும், பல பசைச் சேர்வைகளுண்டாக்குவதற்கும் (Cements) காகிதத்திற்குப் பசைதீற்றுவதற்கும் உபயோகிக்கிறார்கள்.

கால்ஸிய, ஸ்ட்ரான்ஷிய பேரிய கந்தகிகஜங்களுக்குள் பேரிய-கந்தகிகஜத்தின் கரைமானமே அதிகமாகக் குறைந்தது. கால்ஸிய-கந்தகிகஜம் சிறிதளவு தண்ணீரில் கரையும்.

சோதனை :—கால்ஸிய-ஹரிதகை விலயனத்துடன் நீரிட்ட கந்தகிகாமிலத்தைச் சேர்க்க, கால்ஸிய-கந்தகிகஜம் அவபதிக்கும். அதை வடிகட்டிக் கழுவி அதில் சிறிதளவைச் சுத்தமான தண்ணீரிற் போட்டுக் குலுக்கி வடிகட்டி, வடிதிரவத்தை ஒரு சோதனைக் குழாயில் ஏந்து. இவ்விலயனத்தைத் தனித்தனியே கால்ஸிய, ஸ்ட்ரான்ஷீய பேரிய ஹரிதகை விலயனங்களுடன் சேர். பேரிய விலயனத்திலிருந்து உடனே வெண்மை பேரிய-கந்தகிகஜம்

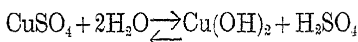
அவபதிக்கும். இக்குணத்தைக்கொண்டுதான் கந்தகிகாமிலத்தையும், கந்தகிகஜங்களையும் [(SO_4'') மின்னணுவை] சோதிக்க பேரிய-ஹரிதகை விலயனம் உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. பேரிய-கந்தகிகஜம் பொதுவாய் எவ்வமிலத்திலுங் கரையாது. (பேரிய கந்தசஜம் எளிதில் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமில விலயனத்தில் கரையும். இவ்வித்தியாசத்தைக் கவனிக்க.) ஸ்ட்ரான்ஷிய விலயனத்திலிருந்து சிறிது நேரங் கழித்துத்தான் அவபதிதமுண்டாகும். கால்ஸிய விலயனத்தில் அவபதிதமுண்டாகாது. இச்சோதனை கால்ஸிய, ஸ்ட்ரான்ஷிய, பேரிய கந்தகிகஜங்களின் கரைமானத்தைத் தராதரித்துக் காட்டுகிறது.

அநேக கந்தகிகஜங்கள் நீர் ஸ்படிகங்களாக இருக்கின்றன. (உ-ம்) அன்னபேதி. ($FeSO_47H_2O$ Green Vitriol), வெள்ளைத் துத்தம் ($ZnSO_47H_2O$ White Vitriol), எப்சம் உப்பு ($MgSO_47H_2O$ Epsom salt), மயில் துத்தம் அல்லது துருசு ($CuSO_45H_2O$ Blue Vitriol), நீர் அலுமீனிய-கந்தகிகஜம் [$Al_2(SO_4)_318H_2O$ Aluminium Sulphate Crystals] முதலியன.

கந்தகிகஜங்கள் பலவிதத்தில் பயன்படுகின்றன. அன்னபேதி மை தயாரிப்பதற்குத் தொன்றுதொட்டு உபயோகப்பட்டு வருகிறது. அன்னபேதி விலயனத்துடன் "மாசக்காய் உப்பு" அதாவது மாசக்காயமில (Tannic acid) விலயனத்தைச் சேர்க்க, அயச-மாசக்காயமிலஜம் (Ferrous tannate) உண்டாகும். அதைக் காற்றுப்பட வைக்கக் கறுத்த அயிக-மாசக்காயமிலஜம் (ferric tannate) உண்டாகும். மினுமினுப்புக் கொடுக்கச் சிறிதளவு கோந்தைச் (பிசின்) சேர்க்கலாம். நீலக் கறுப்புநிறந் தேவையானால், மெதிலீன் நீலச்சாயத்தை (methylene blue) வேண்டிய அளவு சேர்த்துக்கொள்ளலாம். அன்னபேதி காக்கிசாயம் தயாரிப்பதிலும், ராகபந்தினியாகவும் (mordant) உபயோகிக்கப்படுகிறது. மாக்னீஸிய-கந்தகிகஜத்தை ($MgSO_47H_2O$) அதிக அளவில் ஔஷதமாகவும்

சாயமிடுமுறையிலும், தோல்பதஞ்செய்யுமுறையிலும், வர்ணப் பூச்சு, சவுக்காரம் முதலியவை தயாரிக்கும் முறைகளிலும் உபயோகிக்கிறார்கள். அவ்வுப்பிற்கு "எப்ஸம்-உப்பு" என்று பெயர். அது சில ஊற்றுக்களிலிருந்தும் தயாரிக்கப்படுகிறது. ஸோடிய-கந்தகிகஜம் கண்ணாடி செய்வதிலும், அமோனிய-கந்தகிகஜம் ஒருயர்தர உரமாகவும், பேரிய-கந்தகிகஜம் பூச்சாகவும், தாமிர-கந்தகிகஜம் ஒரு கிருமி நாசனியாகவும், கால்ஸிய-கந்தகிகஜம் பாரீஸ் சாந்தாகவும் பயன்படுகின்றன.

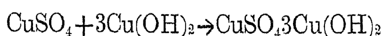
தாமிர-கந்தகிகஜம், அலுமீனிய-கந்தகிகஜம், நாக-கந்தகிகஜம் இவைகளின் விலயனங்கள் அமிலகுணம் பொருந்தியுள்ளன. ஏனென்றால் இந்த உப்புகளெல்லாம் தண்ணீரிற் கரைந்தால் நீர்வியோகமடையும்.



$$CuSO_4 + 2H_2O \rightleftarrows Cu(OH)_2 + H_2SO_4$$

தாம்ரிக-அப்ஜ-பிராணை ஒரு பலமற்ற க்ஷாரம். அப்ஜ-பிராணை மூலமின்னணுக்கள் விலயனத்தில் அதிகமாக இருக்கமாட்டா. கந்தகிகாமிலம் அப்ஜனக மின்னணுக்களை அதிக அளவில் தரும். அப்ஜனக மின்னணுக்கள் விலயனத்தில் தோன்றுவதால், விலயனம் அமிலகுணம் பொருந்தியிருக்கிறது.

க்ஷார தாம்ரிக-கந்தகிகஜமுமுண்டு. தாமிர கந்தகிகஜ விலயனத்தில் தாம்ரிக-அப்ஜ-பிராணையைச் செரிக்கச் செய்ய, க்ஷார-அமிலஜம் உண்டாகும்.



$$CuSO_4 + 3Cu(OH)_2 \rightarrow CuSO_4 3Cu(OH)_2$$

படிக்காரங்கள் :—இரண்டு கந்தகிகஜங்கள் ஸம்யோகித்து ஒன்றுசேர்ந்து ஸ்படிகங்களாகப் பிரியும். அவைகளுக்கு கந்தகிகஜ-த்வயங்கள் (Double Sulphates) என்று பெயர். அவை திட்டமான சங்கலனமுடையதால், அவை உண்மை ரஸாயனச் சேர்க்கைப்பொருள்கள். அவைகளில் முக்கியமானவை படிகார வகைகள் (alums).

பொட்டாஸிய-கந்தகிகஜத்தையும் அலுமீனிய-கந்தகிகஜத்தையும் அதததன் அணுபார விகிதத்தில் கலந்து தண்ணீரில் கரைத்து, விலயனத்தை வேண்டிய அளவில் வற்றக் காய்ச்சிக் குளிரவிட, அழகானதும் தெளிவானதுமான ஸ்படிகங்கள் வெளிவந்து படியும். ஒரு சிறிய ஸ்படிகத்தைப் பொறுக்கி, குதிரைவால் மயிரால் கட்டி, அதை மேற்கண்ட சுண்டின விலயனத்தில் தொங்க விட்டு உபகரணம் அசையாமலிருக்கும்படி ஓரிடத்தில் வைக்கப்பட, தொங்கவிட்டிருக்கும் ஸ்படிகம் நாளுக்கு நாள் வளருவதைக் கவனிக்கலாம். சிலநாட்கள் சென்ற பிறகு அதை எடுத்துப் பார்த்தால், ஒழுங்காயமைந்திருக்கும் அழகுள்ள வடிவத்தைக் காணலாம். அதில் எட்டு சமபுஜ முக்கோணமமைந்த உருவத்தைக் காண்பாய். அவ்வமிலஜத்தின் சங்கேதம் $K_2SO_4Al_2(SO_4)_3 24H_2O$. அதற்குச் சீனக்காரமென்று பெயர். அதைப் பொட்டாஸிய படிக்காரமென்றுஞ் சொல்லலாம்.

பொட்டாஸிய-கந்தகிகஜத்திற்குப் பதிலாக, ஸோடிய கந்தகிகஜத்தையாவது, அமோனிய-கந்தகிகஜத்தையாவது உபயோகப்படுத்தி மேலே கூறியவண்ணம் செய்யமுறையே ஸோடிய-படிக்காரமும் [$Na_2SO_4Al_2(SO_4)_3 24H_2O$] அமோனியபடிக்காரமும் [$(NH_4)_2SO_4Al_2(SO_4)_3 24H_2O$] உண்டாகும்.

மேலேகண்ட முறையில், அலுமீனிய-கந்தகிகஜத்திற்குப் பதிலாகக் கிரோமிய-கந்தகிகஜத்தையாவது, அயிக-கந்தகிகஜத்தையாவது உபயோகித்துப் படிக்கார வகைகளைத் தயார்செய்யலாம். உதாரணமாக, அமோனிய-கந்தகிகஜமும் அயிக-கந்தகிகஜமும் வெண்சிவப்பு நிறமுள்ள அயிக-படிக்காரத்தைத் [$(NH_4)_2SO_4Fe_2(SO_4)_3 24H_2O$ Ferric alum] தரும். பொட்டாஸிய-கந்தகிகஜமும் கிரோமிக-கந்தகிகஜமும் சேர்ந்து கருஞ்சிவப்பு நிறமுள்ள கிரோமிக-படிக்காரத்தைத் (Chrome-alum, $K_2SO_4Cr_2(SO_4)_3 24H_2O$) தரும்.

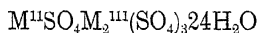
மேலே குறிப்பிட்ட சங்கேதங்களைக் கவனிக்குங்கால் ஏக-ஸம்யோக சாமர்த்திய-உலோகத்தின் கந்தகிகஜத்தில் ஓர் அணுவும், த்ரி-ஸம்யோக சாமர்த்திய-உலோகத்தின் கந்தகிகஜத்தில் ஓரணுவும் 24 தண்ணீர் அணுக்களும் ஒரு படிக்கார-அணுவில் அமைந்திருப்பதைக் காண்கிறோம். படிக்கார வகைகளை $M^{1}_2SO_4M^{111}_2(SO_4)_3 24H_2O$ என்ற பொது சங்கேதத்தால் குறிக்கலாம்.

M^{1} = ஏக-ஸம்யோக-சாமர்த்திய-உலோகம். (உ-ம்.) Li, Na, K, Rb, CS, (NH_4).

M^{111} = த்ரி-ஸம்யோக-சாமர்த்திய உலோகம் Fe, Al, Cr.

போலிப்படிக்காரங்கள் (Pseudo-alums)

போலிப் படிக்காரங்கள் யாவும் உண்மைப் படிக்காரங்கள்போல் நடிக்கும். ஏக-ஸம்யோக சாமர்த்திய உலோகத்தின் இரண்டு பரமாணுக்களுக்குப் பதிலாக, துவி-ஸம்யோக-சாமர்த்திய உலோகத்தின் ஒரு பரமாணுவை அப்போலிப் படிக்காரங்களின் அணு அமைப்பில் காண்போம். அவைகளை



$$M^{11}SO_4M_2^{111}(SO_4)_3 24H_2O$$

என்ற பொது சங்கேதத்தால் குறிப்போம். உதாரணம் :—

$MnSO_4Al_2(SO_4)_3 24H_2O$ மாங்கனச-அலுமீனிய-கந்தகிகஜ [படிக்காரம்

$FeSO_4Al_2(SO_4)_3 24H_2O$ அயச-அலுமீனிய-கந்தகிகஜ படிக் [காரம்

க்ஷார-படிக்காரம் பூமியிலேயே அகப்படுகின்றது. அதற்கு ஆங்கிலத்தில் அலுனைட் (Alunite) என்றும் "ஆலம் ஸ்டோன்" (Alum stone) என்றும் பெயர். அதை $K_2SO_4Al_2(SO_4)_3 4Al(OH)_3$ என்ற சங்கேதத்தால் குறிக்கலாம். அது இந்தியாவில் சூரத்திலும், ராஜபுதனம்

முதலிய இடங்களிலுங் கிடைக்கிறது. சூரத்திலிருந்து கிடைப்பதுபற்றியே அதற்கு ஸௌராஷ்ட்ராஜா என்று சுச்ருதர் பெயரிட்டிருக்கிறார். இந்தியாவில் மண்ணிலிருந்து வெட்டியெடுத்துச் சுத்தமான படிக்காரத்தைத் தயாரித்து அதை வெளிதேசங்களுக்கு ஏற்றுமதி செய்திருப்பதாயும், இந்தியாவிலேயே அதைச் சாயம் போடுவதற்கு ராகபந்தினி (Mordant) யாகவும், ஔஷதமாகவும் வெகுகாலத்திற்கு முன்பே உபயோகித்திருப்பதாயும் தெரியவருகிறது. முன்னாளில், வெட்டியெடுத்த மண்ணிலிருந்து தயாரித்த படிக்கார விலயனத்தை வற்றவைத்து, படிக்காரத்தைத் தயார்செய்வதைக் காட்டும் படத்தைப் பார்க்க.*

சாயமிடுந் தொழிற்சாலைகளில் படிக்காரவகைகள் ராகபந்தனிகளாக அதிக அளவில் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. நமது நாட்டில் அதன் "ராகபந்தன" சக்தியை வெகுகாலத்திற்கு முன்பே அறிந்திருக்கிறார்கள். சில சாயங்கள் நேரே பஞ்சு நூல்களிலும் மற்ற நூல்களிலும் ஏறாது. அவ்வித நூல்களைப் படிக்கார விலயனத்தில் நனைத்துக் கொதிக்கவிட்டு, அதன்பின் சாயத் தொட்டிகளில் அமுக்கிச் சூடுசெய்ய, நூல்களில் சாயம் நன்றாய் ஏறி நின்று அழியாச் சாயமாகும். அச்சாயத்தைத் தண்ணீரால் கழுவி யெடுக்க முடியாது. அப்படிச் செய்யாவிடில் ஏறக்குறைய எல்லாச் சாயங்களும் வெளுக்கக் கழன்றுபோகும். சாயங்களை நூல்களில் அவ்விதம் நன்றாய் ஏற்றி நிற்கவைக்கும் பொருள்களுக்கு "ராகபந்தனிகள்" என்று பெயர் (ராக =நிறம்). சாதாரணப் படிக்காரம் தண்ணீரைச் சுத்தஞ் செய்யுமுறையிலும், சில தீ அணைக்கும் யந்திரங்களிலும், புகைப்படந் தயாரிக்கும் முறையிலும் உபயோகப்படுகிறது.

* அம்முறையைப்பற்றி ஆசார்யரே யவர்கள் எழுதியிருக்கும் "ஹிந்துரஸாயன சரித்திரத்தில்" விவரமாகக் காணலாம்.



கேத்ரி படிக்காரத் தொழிற்சாலை

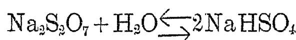
ஆசாரியர் ராய் எழுதிய 'இந்து ரஸாயன சரித்திரம்' என்னும் நூலிலிருந்து

[அனுமதியுடன்]

உஷ்ண-கந்தகிகாமிலம் அல்லது புகையுங் கந்தகிகாமிலம் (Pyro-sulphuric acid or Fuming Sulphuric acid)

தயாரித்தல் :—சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தில் ஸ்பர்ச முறையில் தயாரித்த கந்தக-த்ரி-பிராணையைக் கரைத்து, உஷ்ண-கந்தகிகாமிலத்தை (pyro-sulphuric acid) அடையலாம். முன் காலத்தில் களிமண்ணால் செய்த வாலையில் சுட்ட அன்னபேதியைக் காய்ச்சி வடித்து வெளிவரும் கந்தக-த்ரி-பிராணையைக் கந்தகிகாமிலத்தில் கரைத்து அவ்வமிலத்தைத் தயாரித்தார்கள்.

குணங்கள் :—சாதாரண உஷ்ண நிலையில் உஷ்ண-கந்தகிகாமிலம், 36°ச-ல் உருகக்கூடியதும் காற்றில் புகையக்கூடியதுமான திடப்பொருள். விற்பனை அமிலத்தில் பல அளவில் கந்தக-த்ரி-பிராணை கந்தகிகாமிலத்தில் கரைந்து காணப்படுகிறது. நார்டாஸென் என்னும் இடத்தில் அதை முன் தயாரித்ததால் அதற்கு "நார்டாஸென் கந்தகிகாமிலம்" என்று பெயர் வந்தது. அவ்வமிலம் சாயங்கள் தயாரிக்குந் தொழிற்சாலைகளில் அதிக அளவு உபயோகப்படுகிறது. அமில கந்தகிகஜங்களைச் சூடுசெய்து உஷ்ண-கந்தகிகஜங்களைத் தயாரிக்கலாம். அவை நீர் விலயனங்களில் நிலையற்றவை. ஏனெனில் தண்ணீரில் கரைந்தவுடன் அவை அமில-கந்தகிகஜங்களாக மாறிவிடும்.



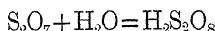
$$Na_2S_2O_7 + H_2O \rightleftarrows 2NaHSO_4$$

கந்தக-ஸப்த-பிராணை S_2O_7 (Sulphur heptoxide)

பெர்தெலோ (Berthelot) என்பவர் 1877-ம் வருஷம் கந்தக-த்வி-பிராணை, பிராணவாயு சேர்ந்த வாயுக்கலவையைத் தொனியாத மின்சாரப் பொறிகளைக்கொண்டு வெகு நேரந் தாக்கி ஒரு நிறமற்ற திரவத்தை அடைந்தார். கந்தக-த்ரி-பிராணையும் பிராணவாயுவுஞ் சேர்ந்த கலவை

யைத் தொனியாத மின்சாரப் பிரயோகத்தால் தாக்கி அதை உண்டுபண்ணலாம்.

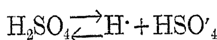
கந்தக-ஸப்த-பிராணை நிலையற்ற ஊசிபோன்ற வெண்மையான பொருள்; எளிதில் கந்தக-த்ரி-பிராணையாகவும் பிராணவாயுவாகவும் வியோகிக்கும். அது தண்ணீரில் கரைந்து பர-கந்தகிகாமிலத்தைக் (Persulphuric Acid) கொடுக்கும்.



$$S_2O_7 + H_2O = H_2S_2O_8$$

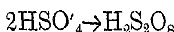
பர-கந்தகிகாமிலம் $H_2S_2O_8$ (Persulphuric Acid)

தயாரித்தல் :—(i) 50% கந்தகிகாமிலத்தை நன்றாய்க் குளிரச்செய்து, பிளாடினக் கம்பியை தனதுருவமாக அமைத்து மின்சாரத்தைச் செலுத்த, தனதுருவத்தில் பிராணவாயு வெளிவராமல் பர-கந்தகிகாமிலமுண்டாகும்.



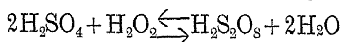
$$H_2SO_4 \rightleftarrows H^{\cdot} + HSO'_4$$

HSO'_4 மின்னணுக்கள் தனதுருவத்தை அடைந்தவுடன் தங்களிடமுள்ள மின்சாரத்தை இழந்து, இரண்டு மூலங்கள் ஒன்று சேர்ந்து ஒரு அணு பர-கந்தகிகாமிலமாக மாறுகின்றன.



$$2HSO'_4 \rightarrow H_2S_2O_8$$

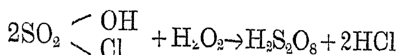
(ii) சில சந்தர்ப்பங்களில் அப்ஜனக-பரபிராணை கந்தகிகாமிலத்தைப் பர-கந்தகிகாமிலமாக விருத்திசெய்யும்.



$$2H_2SO_4 + H_2O_2 \leftrightarrows H_2S_2O_8 + 2H_2O$$

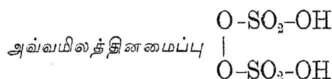
இது விபரீத விகாரமுமாம்.

(iii) ஹரிதகோ-கந்தகோனிகாமிலத்தை (Chlorosulphonic acid) வேண்டிய அளவு 100% அப்ஜனக-பர-பிராணையுடன் சேர்த்துச் சுத்தமான அமிலத்தைத் தயாரிக்கலாம்.

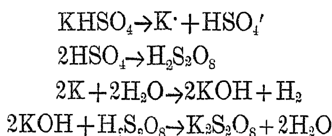


$$2SO_2 \begin{matrix} OH \\ Cl \end{matrix} + H_2O_2 \rightarrow H_2S_2O_8 + 2HCl$$

சுத்தமான அமிலம் திடஸ்திதியிலுள்ள நிறமற்ற ஸ்படிகங்களாகக் காணப்படும். அதன் உருகுநிலை 60°ச அது நிலையுள்ளதல்ல. அது ஒரு வீரியவர்த்தனி.

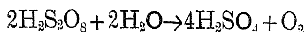
அவ்வமிலத்தினமைப்பு

$$\begin{array}{l} O\text{-}SO_2\text{-}OH \\ | \\ O\text{-}SO_2\text{-}OH \end{array}$$

பர-கந்தகிகஜங்கள் (Persulphates):—பரகந்தகிகாமிலம் நிலையற்றதாயிருந்தாலும், க்ஷார உலோக பரகந்தகிகஜங்கள் நிலையுள்ளவை. அவைகளை மின்சாரமுறையால், அமிலத்தைப்போலவே, உரிய அப்ஜனக-கந்தகிகஜங்களிலிருந்து தயாரிக்கலாம்.


$$KHSO_4 \rightarrow K^{\cdot} + HSO_4'$$
$$2HSO_4 \rightarrow H_2S_2O_8$$
$$2K + 2H_2O \rightarrow 2KOH + H_2$$
$$2KOH + H_2S_2O_8 \rightarrow K_2S_2O_8 + 2H_2O$$

பொட்டாஸிய-பரகந்தகிகஜத்தையாவது, ஸோடிய-பரகந்தகிகஜத்தையாவது உபயோகித்து மற்ற உப்புக்களுடன் சேர்க்க பரஸ்பரமாக விகாரமேற்படும். அதிலிருந்து உரிய பர-கந்தகிகஜத்தை அடையலாம்.

குணங்கள் :—பரகந்தகிகஜங்கள் நல்ல வர்த்தனிகள். விலயனத்தைக் கொதிக்கவிட, கந்தகிகஜமும் பிராணவாயுவுமுண்டாகும்.


$$2H_2S_2O_8 + 2H_2O \rightarrow 4H_2SO_4 + O_2$$

பேரிய-பர-கந்தகிகஜம் தண்ணீரில் கரையும் பொருள். அமோனிய-பர-கந்தகிகஜத்தைச் சலவைப் பொருளாகவும் புகைப்பட முறையிலும் உபயோகிக்கிறார்கள். அதைப் பாக்கியகாமிலத்துடன் சூடுசெய்ய ஓஸோனும் பிராணவாயுவும் வெளிவரும்.

பர-ஏக-கந்தகிகாமிலம் H_2SO_5 (Permonosulphuric Acid)

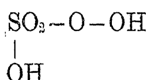
சில சந்தர்ப்பங்களில் அப்ஜனக-பர-பிராணை கந்தகிகாமிலத்தைப் பர-ஏக-கந்தகிகாமிலமாக மாற்றும்.



$$H_2SO_4 + H_2O_2 \rightleftharpoons H_2SO_5 + H_2O$$

அவ்வமிலத்திற்குக் 'காரோ அமிலம்' (Caro's acid) என்ற பெயருமுண்டு. 1898-ல் காரோ என்பவர் பொட்டாஸிய-பர-கந்தகிகஜத்தைக் கந்தகிகாமிலத்துடன் விகாரிக்கச்செய்து அதைத் தயாரித்தார். இது பர-ஏக-கந்தகிகாமிலமென்றும், பர-கந்தகிகாமிலம் பர-துவி-கந்தகிகாமிலமென்றும் தராதரித்துக் காட்டப் பெயரிடப்பட்டிருக்கின்றன.

அவ்வமிலம் 45°ச-ல் உருகும் நிறமற்ற ஸ்படிகப்பொருள். அது ஒரு வீரிய வர்த்தனி. அது ஏக க்ஷாரத்வ-அமிலம். அதன் அமைப்பு :



$$\begin{array}{l} SO_2 - O - OH \\ | \\ OH \end{array}$$

கந்தகோனிக-அமிலங்கள் (Thionic acids):—அவ்வமிலங்களை $H_2S_xO_6$ என்று குறிக்கலாம். $X = 2, 3, 4, 5$ அல்லது 6 ஆக இருக்கலாம். அவ்வமிலங்கள் முக்கியமானவைகளல்ல. கந்தசாமிலத்தில் அப்ஜனக-கந்தகையைச் செலுத்த அவ்வமிலங்கள் சேர்ந்த ஒரு மிச்ரம்—'வாகன்ராடர் விலயனம்' (Wackenroder's solution)—உண்டாகும். பேரிய அமிலஜங்கள் யாவும் தண்ணீரில் கரையக் கூடியவை.

அவ்வமிலங்களில் முக்கியமானது கந்தகோ-கந்தகிகாமிலம் (Thiosulphuric acid). ஆனால் அவ்வமிலம் சிறிதளவிலும் நிலையுள்ளதல்ல. கந்தசாமிலத்தில் கந்தகம் கரைந்து சிறிதளவு அமிலத்தைக்கொடுக்கலாம். அது அமிலஜங்களிலிருந்து உண்டுபண்ணப்பட்டவுடன் வியோகித்துவிடும்.

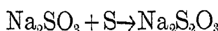


$$H_2S_2O_3 \rightleftharpoons H_2O + SO_2 + S$$

ஆனால் கந்தகோ-கந்தகிகஜ உப்புக்கள் நிலையுள்ளவை. அவைகளில் ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜம் புகைப் படக்காரர்களால் அதிக அளவில் உபயோகப்படுகிறது.

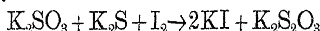
கந்தகோ-கந்தகிகஜங்களைத் தயாரித்தல் (Thiosulphates)

(i) கந்தசஜங்களின் விலயனங்களுடன் கந்தகத்தைச் சேர்த்து, கந்தகம் இனிக் கரையாது என்னும் நிலைவரையில் கொதிக்கவிட்டு, மிச்ரத்தை வடிகட்டி, வடிதிரவத்தை வற்றக் காய்ச்சிக் குளிரவிட, கந்தகோ-கந்தகிகஜ ஸ்படிகங்கள் வெளிவரும்.



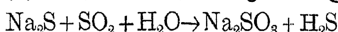
$$Na_2SO_3 + S \rightarrow Na_2S_2O_3$$

(ii) கந்தசஜங்களையும் கந்தகைகளையும் சேர்த்துப் பாடலகத்துடன் விகாரிக்கச்செய்ய, கந்தகோ-கந்தகிகஜமுண்டாகும்.

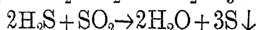


$$K_2SO_3 + K_2S + I_2 \rightarrow 2KI + K_2S_2O_3$$

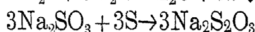
(iii) கந்தகை விலயனத்தில் கந்தக-துவி-பிராணையைச் செலுத்த, கந்தகோ-கந்தகிகஜமுண்டாகும்.



$$Na_2S + SO_2 + H_2O \rightarrow Na_2SO_3 + H_2S$$

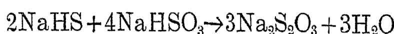


$$2H_2S + SO_2 \rightarrow 2H_2O + 3S\downarrow$$



$$3Na_2SO_3 + 3S \rightarrow 3Na_2S_2O_3$$

(iv) சுத்தமான ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜத்தை ஸோடிய-அப்ஜனக-கந்தகையையும் ஸோடிய-அப்ஜனக-கந்தசஜத்தையும் விலயன நிலைகளில் விகாரிக்கச்செய்து பின்பு விகார விலயனத்திலிருந்து ஸ்படிகீகரண முறையால் தயாரிக்கலாம்.

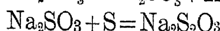


$$2NaHS + 4NaHSO_3 \rightarrow 3Na_2S_2O_3 + 3H_2O$$

(v) ஸோடிய-இங்காலிகஜ விலயனத்தில் கந்தகத்தைத் தொங்கவிட்டுக் கந்தக-துவி-பிராணையைச் செலுத்தியும்

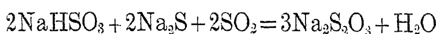


$$H_2SO_3 + Na_2CO_3 = Na_2SO_3 + H_2O + CO_2$$



$$Na_2SO_3 + S = Na_2S_2O_3$$

(vi) ஸோடிய-கந்தகையும் ஸோடிய-அப்ஜனக-கந்த சஜமும் சேர்ந்த கலவையைக் கந்தக-துவி-பிராணையுடன் விகாரிக்கச் செய்தும்

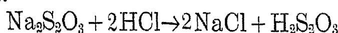

$$2NaHSO_3 + 2Na_2S + 2SO_2 = 3Na_2S_2O_3 + H_2O$$

அவ்வுப்பைத் தயாரிக்கலாம்.

ஸோடா உப்பை 'லீப்ளாங்க்' முறையால் தயாரிக்கும்பொழுது கால்ஸிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜம் உப விளைவாகக் கிடைக்கிறது. அதிலிருந்து ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜத்தைத் தயாரிக்கிறார்கள்.

குணங்கள் :—ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜம் (ஹைபோ உப்பு) ஒரு நீர்ப்பொருள். அதன் சங்கேதம் $Na_2S_2O_3 5H_2O$. அது சிறிது கசியும்.

அது தண்ணீரில் எடைக்கெடை எளிதிற் கரையும். விலயனத்துடன் ஏதாவது ஓரமிலஞ் சேருமேயாகில், விலக்கப்படும் கந்தகோ-கந்தகிகாமிலம் உடனே கந்தக-துவி-பிராணையாகவும், தண்ணீராகவும், கந்தகமாகவும் விபாகிக்கும்.


$$Na_2S_2O_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2S_2O_3$$


$$H_2S_2O_3 \rightarrow H_2O + SO_2 + S\downarrow$$

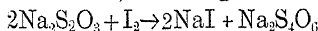
இரஜத-ஹரிதகையும் அதைப்போன்ற மற்ற உப்புக்களும் கந்தகோ-கந்தகிகஜ விலயனங்களில் கரைய அமில ஜத்துவயங்கள் உண்டாகும். அவ்வித உப்புக்கள் இனிக்கும்.


$$AgCl(Br,I) + Na_2S_2O_3 \rightarrow NaAgS_2O_3 + NaCl(Br,I)$$

அக்குணம்பற்றியே, புகைப்படக் கண்ணாடிகளையும் தாள்களையும் ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜ விலயனங் கொண்டு கழுவுகிறார்கள். ஒளியால் பீடிக்கப்படாத இடங்களிலுள்ள இரஜத-இரக்தகை கரைந்துவிடும். இரஜதம் படிந்த சாயையே ஒட்டிநிற்கும்.

மிதவர்த்தனிகள், கந்தகோ-கந்தகிகஜத்தைச் சதுர்-கந்தகோனிகஜங்களாக விருத்திசெய்யும். உதாரணமாக,

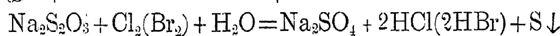
பாடலகம் ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜத்துடன் விகாரிக்க, ஸோடிய-பாடலகையும் ஸோடிய-சதுர்-கந்தகோனிகஜமும் (Sodium tetrathionate) உண்டாகும்.



$$2Na_2S_2O_3 + I_2 \rightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$$

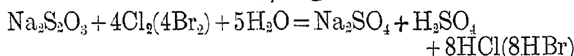
கந்தகோ-கந்தகிகஜம் ஒரு க்ஷயகாரிபோல் நடிக்கும். அதன் சமான எடை அதன் அணுபாரத்திற்குச் சமமானதென்று முன்பே குறித்திருக்கிறோம்.

ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜம் ஹரிதக-நாசனி; இரக்தக நாசனி என்றுங் கூறலாம்.



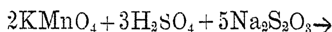
$$Na_2S_2O_3 + Cl_2(Br_2) + H_2O = Na_2SO_4 + 2HCl(2HBr) + S \downarrow$$

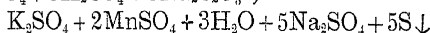
அல்லது



$$Na_2S_2O_3 + 4Cl_2(4Br_2) + 5H_2O = Na_2SO_4 + H_2SO_4 + 8HCl(8HBr)$$

இவ்விகாரம் பாடலகத்துடன் நடக்கும் விகாரத்திலிருந்து வேறுபட்டது. ஆகையால் சலவைச் சூரணத்தால் வெளுக்கப்பட்டபிறகு, ஆடைகளை ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜ விலயனத்தில் நனைத்தெடுப்பார்கள். தீங்கு விளைவிக்கக்கூடிய ஹரிதகம் அதனால் தீங்கற்ற அப்ஜனக-ஹரிதகையாய் மாற்றப்படும். வீரிய வர்த்தனிகள் தான் மேற்கண்டபடி விகாரத்தை நடத்தும்.

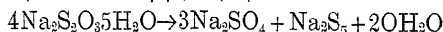




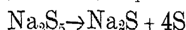
$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 5Na_2S_2O_3 \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + 5Na_2SO_4 + 5S \downarrow$$

கந்தகோ-கந்தகிகஜங்களைக் காண்பிக்குஞ் சோதனைகள்

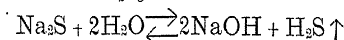
(i) கந்தகோ-கந்தகிகஜத்தைச் சூடுசெய்தால், கந்தகம் உத்பதித்துச் சோதனைக் குழாயின் குளிர்ந்த பக்கங்களிற் படியும். அங்கு வெளிவரும் வாயுவில் அப்ஜனக-கந்தகையின் நாற்றத்தையுணரலாம்.



$$4Na_2S_2O_3 5H_2O \rightarrow 3Na_2SO_4 + Na_2S_5 + 20H_2O$$

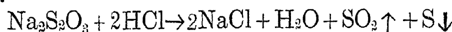


$$Na_2S_5 \rightarrow Na_2S + 4S$$



$$Na_2S + 2H_2O \rightleftarrows 2NaOH + H_2S \uparrow$$

(ii) அதை நீரிட்ட அமிலத்துடன் சேர்த்துச் சூடு செய்யக் கந்தகம் அவபதித்துக் கந்தக-துவி-பிராணை வெளி வரும்.



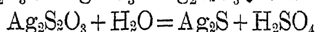
$$Na_2S_2O_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + SO_2\uparrow + S\downarrow$$

(கந்தசஜங்கள் கந்தக-துவி-பிராணையை மாத்திரந்தான் அக்கினியில் கொடுக்கும்; கந்தகம் அவபதிக்காது.) குளிர்ந்த கந்தகோ - கந்தகிகஜ விலயனத்துடன் அமிலத்தைச் சேர்த்தவுடனே கந்தகம் அவபதிக்காது. விலயன மிச்ரஞ் சிறிது நேரந் தெளிவாகவே இருக்கும். நேரஞ் செல்லச் செல்ல, விலயனங் கொஞ்சங் கொஞ்சமாகப் பால் போல் வெளுத்துக்கொண்டே வந்து கடைசியில் சிறிது மஞ்சள் நிறமுள்ளதாக மாறிக் கலங்கி நிற்கும். அமிலஞ் சேர்ந்த வுடனே கந்தகம் உண்டாகவில்லையா என்ற சந்தேகம் வரு கிறதல்லவா? கந்தகம் உண்டாகிறது. ஆனால் அது ஆரம் பத்தில் வெகு சிறிய துளிகளாகவே பிரிந்து நிற்கும். இந்த ஸ்திதியில் விலயனந் தெளிவாகவே காணப்படும். வரவரச் சிறு துளிகளெல்லாம் பெரிதாகிக் கடைசியில் அவபதிக்கும்.

(iii) கந்தகோ-கந்தகிகஜ விலயனத்துடன் இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்தை அதிகமாகச் சேர்க்க, முதலில் விலயனத்தில் வெளுத்த அவபதிதமுண்டாவதையும் பின்னால் மஞ்சள், பழுப்பு, கருஞ்சிவப்பு, கறுப்பு நிறங்கள் தோன்றுவதையுங் காண்போம். வெளுத்த இரஜத-கந்தகோ-கந்தகிகஜம் ($Ag_2S_2O_3$) கடைசியில் கருத்த இரஜத-கந்தகையாக Ag_2S மாறுகிறது.

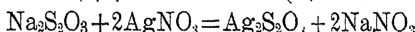


$$Na_2S_2O_3 + 2AgNO_3 = Ag_2S_2O_3\downarrow + 2NaNO_3$$

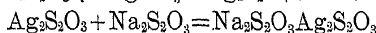


$$Ag_2S_2O_3 + H_2O = Ag_2S + H_2SO_4$$

ஆனால் இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்தைக் கொஞ்சங் கொஞ்சமாகச் சேர்த்தால், உண்டாகும் இரஜத-கந்தகோ-கந்தகிகஜம் அதிகமாயுள்ள ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜ விலயனத்திற் கரைந்துவிடும் (அமிலஜச் சேர்க்கை)



$$Na_2S_2O_3 + 2AgNO_3 = Ag_2S_2O_3 + 2NaNO_3$$

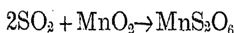


$$Ag_2S_2O_3 + Na_2S_2O_3 = Na_2S_2O_3Ag_2S_2O_3$$

(iv) கந்தகோ-கந்தகிகஜம் அயிக-ஹரிதகை விலய னத்துடன் விகாரிக்க ஊதாநிறந் தோன்றி சிறிதுநேரத் தில் மங்கி மறையும்.

ஸீஸ-கந்தகோ-கந்தகிகஜம் கரையாது. பேரிய-கந் தகோ-கந்தகிகஜம் கரையும் பொருள்.

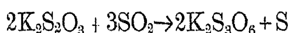
[மாங்கனஜ-துவி-பிராணையைத் தண்ணீரில் தொங்கவிட்டு அது கரையும்வரை கந்தக-துவி-பிராணையைச் செலுத்தினால் மாங்கனஜ-துவி-கந்தகோனிகஜம் (manganese dithionate) உண்டாகும்.



$$2SO_2 + MnO_2 \rightarrow MnS_2O_6$$

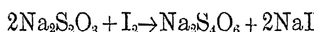
அதிலிருந்து பேரிய உப்பைத் தயாரித்து, அப்பேரிய உப்பி லிருந்து அமிலத்தைத் தயாரிக்கலாம்.

பொட்டாஸிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜ விலயனத்தில் கந்தக துவி-பிராணையை, அது கரையும் வரையில் செலுத்த, பொட் டாஸிய-த்ரி-கந்தகோனிகஜமுண்டாகும். (Potassium tri-thionate)



$$2K_2S_2O_3 + 3SO_2 \rightarrow 2K_2S_3O_6 + S$$

முன்னே குறித்தபடி, ஸோடிய-கந்தகோ-கந்தகிகஜத்தை யும், பாடலகத்தையுஞ் சேர்த்து ஸோடிய-சதுர்-கந்தகோனி கஜத்தைத் தயாரிக்கலாம்.



$$2Na_2S_2O_3 + I_2 \rightarrow Na_2S_4O_6 + 2NaI$$

கந்தசாமிலத்தில் குறித்த அளவில் அப்ஜனக-கந்தகை யைச் செலுத்த, மற்ற அமிலங்கள் சிறிதளவிலும், பஞ்ச-கந்த கோனிகாமிலம் அதிக அளவிலுமுண்டாகும்.



$$5SO_2 + 5H_2S \rightarrow H_2S_5O_6 + 4H_2O + 5S$$

அப்ஜனக-கந்தகையை அதிகமாகச் செலுத்தக் கடைசியில் தண்ணீரும் கந்தகமுமே விளைபொருள்களாக நிற்கும்.]

கந்தக-ஏக-பிராணோ-ஹரிதகை அல்லது கந்தகோனைல்-ஹரிதகை (Thionyl-chloride)

$SOCl_2$—பாஸ்வர-பஞ்ச-ஹரிதகைமேல் கந்தக-துவி-பிரா ணையைச் செலுத்தி, அதன் விளைவைப் பின்னக்காய்ச்சி வடித்

தல் முறைக்குள்ளாக்கி, [$SO_2 + PCl_5 \rightarrow POCl_3 + SOCl_2$] கந்தக-ஏக-பிராணோ ஹரிதகையைத் தயாரிக்கலாம். அது நிறமற்ற 78° கொதிநிலையுள்ள திரவம்; காற்றில் புகையும்; தண்ணீருடன் கலக்க, உடனே கந்தசாமிலமாகவும் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலமாகவும் மாறும். $SOCl_2 + 2H_2O = H_2SO_3 + 2HCl$ அது வெகு காரமணமுள்ளது. அது கந்தசாமிலத்தின் அமில ஹரிதகை (acid chloride).

கந்தக-துவி-பிராணோ-ஹரிதகை அல்லது கந்தகைல்-ஹரிதகை (Sulphuryl chloride) SO_2Cl_2

சூரிய வெளிச்சத்திலாவது, கர்ப்பூரம் அல்லது சாராயிகாமிலத்துடன் தொட்டு நின்றாவது, (அவை ஸ்பர்ச கர்த்தாக்கள்) கந்தக-துவி-பிராணையையும் ஹரிதகத்தையும் விகாரிக்கச் செய்ய ஸம்யோக மேற்படும். $SO_2 + Cl_2 = SO_2Cl_2$. அல்லது சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தைப் பாஸ்வர-பஞ்ச-ஹரிதகையுடன் கலந்து காய்ச்சினாலும் அது உண்டாகும் $H_2SO_4 + 2PCl_5 = SO_2Cl_2 + 2POCl_3 + 2HCl$. அது நிறமற்ற, காரமணமுள்ள, காற்றில் புகைகிற திரவம்; கொதிநிலை 70°; தண்ணீருடன் சேர, உடனே கந்தகிகாமிலமாகவும், அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலமாகவும் மாறும். $SO_2Cl_2 + 2H_2O = H_2SO_4 + 2HCl$ அது கந்தகிகாமிலத்தின் அமில-ஹரிதகை.

ஹரிதகோ கந்தகோனிகாமிலம் $SO_2 <^{OH}_{Cl}$ (Chloro sulphonic acid)

[கந்தக-த்ரி-பிராணையும் அப்ஜனக-ஹரிதகையும் நேராக ஸம்யோகித்து அவ்வமிலத்தைக் கொடுக்கும். $SO_3 + HCl \rightarrow HO\text{-}SO_2\text{-}Cl$. அது நிறமற்ற புகையும்திரவம். திண்மை 1·776; கொதிநிலை 153°. தண்ணீருடன் சேர உடனே கந்தகிகாமிலமாகவும் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலமாகவும் மாறும்.

$$HO\text{-}SO_2\text{-}Cl + H_2O = H_2SO_4 + HCl.$$

மேற்கண்ட ஹரிதகைசேர்ந்த பொருள்களெல்லாம் சேதன ரஸாயன சாஸ்திரமுறைகளிலுபயோகப்படுகின்றன].

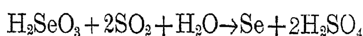
சாந்த்ரம் (Selenium)

சின்னம் Se ; பரமாணுபாரம் 79·1 ; அணுபாரம் 158·2.

சரித்திரம் :—பெர்ஸீலியஸ் 1817-ம் வருஷம் கந்தகிகாமிலந் தங்கிநின்ற காரீய அறையில் படிந்திருந்த மண்ணில் சாந்த்ரம் இருப்பதைக் கண்டார். அது கண்டுபிடிக்கப்பட்ட வருஷத்திற்குச் சில வருஷங்கள் முன்தான் பௌம்யம் (Tellurium) என்ற தனிப்பொருள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. பௌம்யம் என்பது பூமியைக் குறிக்கிறது. அதன் குணங்களோடு புதிதாய்க் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட தனிப்பொருளின் குணங்கள் ஒத்திருந்ததால் அதற்குச் "சந்திரன்" என்ற அர்த்தத்தைக் கொடுக்கும்படி ஆங்கிலத்தில் ஸெலீனியம் (Selenium) என்று பெயரிட்டார்கள். அதை ஒட்டி, நாமும் அதைச் 'சாந்த்ரம்' என்று அழைப்போம். 'திங்களியம்', 'மதியம்' என்ற பெயர்களும் அதற்குப் பொருந்தும்.

சம்பவம் :—சாந்த்ரம் அதிக அளவில் கிடைப்பதில்லை. "ஹார்ட்ஸ" மலையில் அது காரீயம், இரஸம் தாமிரம் முதலியவைகளுடன் சேர்ந்து அகப்படுகிறது. கந்தகம் சேர்ந்த கனிஜப் பொருளிலெல்லாம் சாந்த்ரமும் (ஒரே இனத்தைச் சேர்ந்தவையாதலால்) சிறிதளவு காணப்படுகிறது. கந்தகிகாமிலத் தொழிற்சாலையில் இரும்பு கந்தகச் சிலையைச் சூடுசெய்து கந்தக-த்வி-பிராணையைத் தயாரிக்கும்பொழுது சிறிதளவு சாந்த்ர-பிராணை தூமக்குழாயில் படியும். மீதியுள்ளது காரீய அறைகளில் தங்கும்.

தயாரித்தல் :—தூமக்குழாயில் தங்கியிருக்கும் பொருளையும் காரீய அறைகளிற் படியும் மண்ணையும் பாக்கியகாமிலத்துடன் சேர்த்துச் சூடு செய்ய, சாந்த்ரிகாமிலம் (Selenic acid H_2SeO_4) உண்டாகும். அதை அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் கொதிக்கவைக்க அது சாந்த்ரசாமிலமாக மாறும் ; ஹரிதகம் வெளிப்படும். சாந்த்ரசாமிலத்தில் கந்தக-த்வி-பிராணையைச் செலுத்த, சிவப்பு நிறமுள்ள சாந்த்ரம் தகடுதகடாக அவபதிக்கும். H_2SeO_3 = சாந்த்ரசாமிலம் (Selenious acid).



$$H_2SeO_3 + 2SO_2 + H_2O \rightarrow Se + 2H_2SO_4$$

குணங்கள்:—அது (1) "சிவப்பு அஸ்படிக" ஸ்திதியிலும், (2) சிவந்த ஸ்படிக ஸ்திதியிலும் (கரிகந்தக விலயனத்திலிருந்து வெளிவருவது) (3) உலோகத்தன்மையுள்ள ஸ்திதியிலுமிருக்கும். அது மின்சாரவாஹி. அதனுடைய ஓர் அபூர்வ குணம் யாதெனில் அதன் மின்சார வாஹகத்வம் ஒளியின் தீவிரத்திற்குத் தக்கபடி மாறும். ஒளி அதிகமாக ஆக மின்சார வாஹகத்வமும் அதிகமாகும். இந்த விசேஷ குணத்தைக்கொண்டே தற்காலத்தில் பல அபூர்வ யந்திரங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. அவைகளால் அநேக சாதகங்களை நாம் அடைந்திருக்கிறோம். "கம்பியில்லாத் தூர நாதனி" (Wireless telephony) "தூரப் புகைப்படம் பிடித்தல்" (Telephotography) சமுத்திரத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ள மிதப்புகளிலிருக்கும் விளக்குகள் எரியும்படி எரிவாயு ஊட்டத்தை பிறருதவியில்லாமல் தாமாகவே கட்டுப்படுத்தும் விசைகள், இருட்டு வந்தவுடன் தீபஸ்தம்ப விளக்கை எரியச்செய்து காலையில் அணைப்பதற்கு வேண்டிய விசைகள், கொள்ளைக்காரன் இருப்புப்பெட்டியண்டை போய் விளக்கால் சோதிக்குந்தருணத்தில் திருடன் நடுங்கும்படி மணியடிக்கச்செய்யும் யந்திரம், பேசும்படக்கருவி (Talkie) துளைபொருந்திய காகிதத்துண்டாகிய சாதனத்தையுடைய பாடும் பெட்டி (Gramophone), குருடர்கள் புத்தகங்களை வாசிக்கச் சாதகமாயிருக்குங் கருவி (Optophone) முதலிய விநோதமாயும் உபயோகமாயுமிருக்கும் பல கருவிகளில் "சாந்த்ரத்தை" உபயோகிக்கிறார்கள். சில "ஒளி-மின்சார-கடிகளில்" (Photo-electric cells) அதை உபயோகப்படுத்தியே மேற்கண்ட அதிசயமான காரியங்களைச் செய்கின்றனர்.

சாந்த்ரத்தின் உருகுநிலை 217°. கொதிநிலை 680°. 1400°ல் ஆவி திண்மையிலிருந்து அதன் அணுசங்கேதம் Se_2 என்று தெரியவருகிறது. குறைந்த உஷ்ண அளவில் அதன் அணு அமைப்புச் சிக்கலாக இருக்கும்.

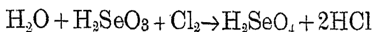
அப்ஜனக-சாந்த்ரை (Hydrogen Selenide) H_2Se

சாந்த்ரத்தை அப்ஜனக வாயுவிற் சூடுசெய்தாவது, அயச-சாந்த்ரையை அமிலத்துடன் விகாரிக்கச் செய்தாவது அப்ஜனக-சாந்த்ரையைத் தயாரிக்கலாம்.

அது ஒரு நிறமற்ற முருங்கைக்காய் மணமுள்ள வாயு அப்ஜனக-கந்தகையைவிட அது நஞ்சுத்தன்மையுடையது. அது தண்ணீரில் சிறிதளவு கரையும். விலயனங் காற்றுப்பட வைக்கப்பட்டால் சாந்த்ரம் (பிராணீகரணம்) அவபதிக்கும். அவ்வாயுவை அமிலஜ விலயனங்களில் செலுத்த உரிய சாந்த்ரைகளுண்டாகும்; கரையாதவை அவபதிக்கும்.

சாந்த்ரம் பிராணவாயுவுடன் ஸம்யோகித்துத் துவி-பிராணையைக் (SeO_2) கொடுக்கும். அது தண்ணீரில் கரைய சாந்த்ர சாமிலம் (Selenious acid) உண்டாகும். அவ்விலயனத்தை வற்றவைத்து சாந்த்ரசாமிலத்தைத் திடஸ்திதியிலடையலாம். (கந்தசாமிலத்திலிருந்து வேறுபாடு.) அவ்வமிலம் கந்தசாமிலத்தைப்போல் துவிக்ஷாரத்வமானது; இருவகை உப்புக்களைக் கொடுக்கும்.

சாந்த்ரசாமிலத்தை ஹரிதகங்கொண்டாவது இரக்தகங் கொண்டாவது சாந்த்ரிகாமிலமாக (Selenic acid) விருத்தி செய்யலாம்.



$$H_2O + H_2SeO_3 + Cl_2 \rightarrow H_2SeO_4 + 2HCl$$

சாந்த்ரிகாமிலம் ஒரு வீரிய வர்த்தனி. ஆகையால் விகாரம் விபரீதமாக நடக்கும். (கந்தகிகாமிலம் அப்ஜஹரிதகிகாமிலத்தைப் பிராணீகரித்து ஹரிதகமாக மாற்றுது). சுத்த அமிலம் திடஸ்திதியிலுள்ளது. உருகு நிலை 58°ச. பேரிய-சாந்த்ரிகஜம் தண்ணீரில் கரையாது.

சாந்த்ரத்தைச் சாந்த்ர-பிராண-ஹரிதகையிற் (Selenium oxychloride) கரைத்து ஓஸோனைச் செலுத்த, சாந்த்ர-த்ரி-பிராணை SeO_3 யுண்டாகும். அது வெளுத்த மஞ்சள் நிறமுள்ள திடப்பொருள். தண்ணீரில் கரைந்து, சாந்த்ரிகாமிலத்தைக் கொடுக்கும். அதைச் சூடுசெய்யச் சாந்த்ர-துவி-பிராணையாகவும், பிராணவாயுவாகவும் அது மாறும். (கந்தக-த்ரி-பிராணையின் குணத்தைப்போலது.)

சாந்த்ரமும் ஹரிதக இனங்களுடன் ஸம்யோகிக்கும். $SeCl_2$ என்பது இதுவரை தயாரிக்கப்படவில்லை. SeF_6, SeF_4, $SeCl_4$, என்ற சேர்க்கைப் பொருள்கள் தயாரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

பௌம்யம் (Tellurium)

சின்னம் Te, பரமாணுபாரம் 127·5

சரித்திரம் :— வெளுப்புத்தங்கத்தாது என்னும் (White gold ore) அஞ்சனமும் பிஸ்மதமும் சேர்ந்த உலோகக் கல்லையில், ஒரு புதிய தனிப் பொருள் இருக்கவேண்டுமென்று 1782-ம் வருஷமே ஒரு ஜெர்மனி தேசத்து ரஸாயன சாஸ்திரி சந்தேகித்தார். 'க்ளாப்வொர்த்' என்பவர் அப்புதிய பொருளைத் தயாரித்தெடுத்து அதன் குணங்களையுஞ் சோதித்தார். 'டெல்லஸ்' (tellus) என்ற பூமியைக் குறிக்கும் வார்த்தையிலிருந்து வந்த 'டெல்லூரியம்' என்ற மேல்நாட்டு வார்த்தைக்கிணங்க 'பௌம்யம்' என்று அதற்கு நாம் பெயரிடுவோம்.

சம்பவமும் தயாரித்தலும் :— அது வெகு அற்ப அளவிலேயே ருமேனியா, ப்ரசீல், ஐக்கிய நாடுகள் முதலிய இடங்களில் பிஸ்மதத்துடன் சேர்ந்து அகப்படுகிறது. தாதுவை அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தில் கரைத்து கந்தக-துவி-பிராணையைச் செலுத்திப் பௌம்யத்தையடையலாம். தயாரிப்பதுஞ் சுத்திசெய்வதும் சிக்கலான முறைகள்.

குணங்கள் :— பௌம்யமும் பல ரகங்களிலுள்ளது. தோற்ற பேதகங்கள் அதிலுங் காணப்படுகின்றன. அது உஷ்ணம் மின்சாரம் இவைகளை வஹித்துச் செலுத்த வல்லமையுள்ளது.

நாக-பௌம்யை (Zinc telluride) யுடன் அமிலத்தைச் சேர்த்து அப்ஜனக-பௌம்யையைத் (Hydrogen telluride) தயாரிக்கலாம். அது நிறமற்ற துர்நாற்றமுள்ள வாயு. அதன் குணங்கள் அப்ஜனக-சார்த்ரையின் குணங்களையொத்தவை. அது ஹரிதக இனங்களுடன் சேர்ந்து சில சேர்க்கைப் பொருள்களைக் கொடுக்கும். பௌம்யத்தைக் காற்றில் சூடுசெய்யப் பௌம்ய-பிராணை (TeO_2) உண்டாகும். அது வெண்மையான ஸ்படிக வடிவமுள்ள பொடி. தண்ணீரில் சிறிதளவு கரையும். அது அமிலத்திலுங் கரையும். (இருதலைப் பிராணை.)

பௌம்யத்தை பாக்கியகாமிலத்துடன் கொதிக்கவைத்து பௌம்யசாமிலத்தைத் (Tellurous acid H_2TeO_3) தயாரிக்கலாம். பௌம்யசாமிலத்தைக் கிரோமிகாமிலம்போன்ற வீரிய

வர்த்தனிகளைக்கொண்டு பௌம்யிகாமிலமாக (Telluric acid) மாற்றலாம். விலயனத்திலிருந்து $H_2TeO_4 2H_2O$ அல்லது H_6TeO_6 என்னும் அமைப்புள்ள அமிலம் வெளிப்படும். அவ்வமிலத்தைச் சூடுசெய்து பௌம்ய-த்ரி-பிராணையைத் தயாரிக்கலாம். த்ரி-பிராணை மஞ்சள் நிறமுள்ள பொடி; தண்ணீரில் கரையாதென்றே சொல்லவேண்டும். அதன் அமிலகுணம் குறைவுபட்டதே. நன்றாய்ச் சூடுசெய்ய அது துவி-பிராணையாகவும், பிராணவாயுவாகவும் வியோகிக்கும்.

பிராணவாயு, கந்தகம், சாந்த்ரம், பௌம்யம் இவைகள் நான்கும் ஓரினத்தைச் சேர்ந்தவையென்பது அவைகளின் குணங்களிலிருந்து தெரிந்துகொள்ளுங்கிறோம்.

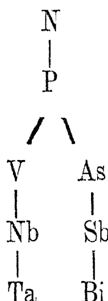
[சமீபத்தில் பௌம்யத்திற்கு அடியில் ஆவர்த்தன ஸம்விபாகத்தில் காணப்பட்ட காலி இடத்தில் அமையக்கூடிய ‘பொலோனியம்’ (Polonium) என்ற ஓர் அபூர்வத் தனிப் பொருளைக் கண்டுபிடித்திருக்கிறார்கள். ஆனால் அதன் ஆயுள் நிரம்பக் குறைவானது. எளிதில் மாறக்கூடிய தனிப்பொருள் அது.]

அத்தியாயம் 29



பாக்கியஜனகமும் வாயுமண்டலமும்

(Nitrogen and the Atmosphere)



பாக்கியஜனகம், பாஸ்வரம் என்ற லக்ஷணத் தனிப் பொருள்களும் பாஷாணம், அஞ்சனம், பிஸ்மதம் என்ற 'ங' உபகணத்திலுள்ள தனிப்பொருள்களும் 5-வது கணத்திற்காணும் பாக்கியஜனக இனத்தைச் சேர்ந்தவை. அவைகளுடைய குணங்களும் படிப்படியாய் மாறுபவை. "க" உபகணத்திலுள்ளவை "ங" உபகணத்தில் உள்ளவைகளின் குணங்களிலிருந்து மாறுபட்டவை. 5-வது கணத்திலுள்ள தனிப்பொருள்களின் சில குணங்கள் அடியிற்கண்ட ஜாப்தாவில் குறிக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

	லக்ஷணத் தனிப் பொருள்கள்		"ந" உபகணம்			"க" உபகணம்		
	பாக்கிய ஜனகம் N	பாஸ் வரம் P	பாஷா ணம் As	அஞ்ச னம் Sb	பிஸ்ம தம் Bi	வனேடி யம் V	நியோ பிலம் Nb	டான் டாலம் Ta
பரமாணு எண்	7	13	33	51	83	23	41	73
பரமாணு பாரம்	14·008	31·02	74·96	121·76	209·0	50·95	93·3	181·4
திண்மானம்	கொதிநிலையில் 0·81	1·84	5·73	6·7	9·8	6	7·3	16·6
பரமாணுபருமன்	17·3	16·9	13·2	18·2	21·4	8·5	12·7	10·9
உருகுநிலை	—210°	44°	620°-ல் உத்பதிக்கும்	630·6°	271°	1720°	1950°	2800°
ஸம்யோகசாமர்த்தியம்	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	2,3,4,5	2,3,4,5	2,3,4,5

பாக்கியஜனக இனத்தில் பாக்கியஜனகமும் பிஸ்மதமும் தோற்றபேத ரூபங்களில் காணப்படுவதில்லையென்றே சொல்லவேண்டும். மற்ற மூன்றும் பல ரூபங்களில் காணப்படுகின்றன. பாக்கியஜனகத்திலிருந்து பிஸ்மதத்துக்குப்போக, அலோகத்தன்மை குறைந்தும் உலோகத் தன்மை அதிகரித்துமிருப்பதைப் பார்க்கலாம். ஐந்து தனிப்பொருள்களும் அப்ஜனகத்தோடு சேர்ந்து XH. (X= இக்குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தனிப்பொருள்) என்ற சங்கேதத்தையுடைய அப்ஜனகைகளைத் தருகின்றன. அவைகளின் நிலை அணுபாரம் அதிகரிக்க அதிகரிக்கக் குறைந்துகொண்டே வரும். ஐந்து பொருள்களும் இரண்டுவித ஸம்யோக சாமர்த்தியங்களைக் காட்டுகின்றன. அவை ஐந்தாவது கணத்திலமைய அவைகளின் ஸம்யோக சாமர்த்தியத்தை மூன்றாகவும் ஐந்தாகவும் காண்போம். பாக்கியஜனக, பாஸ்வர, பாஷாண ஹரிதகைகள் எளிதில் நீர்வியோகமடைந்து முற்றிலும் விபாகிக்கும். அஞ்சன-ஹரிதகை முதலில் அஞ்சன-பிராண-ஹரிதகையாக (SbOCl) மாறிப் பின்னால் முற்றிலும் விபாகிக்கும். பிஸ்மத-ஹரிதகை பிஸ்மத-பிராண-ஹரிதகையாக BiOCl மாறுமேயொழிய, முற்றிலும் நீர்வியோகமடைவதில்லை.

பாக்கியஜனகம் (Nitrogen)

சின்னம் N; பரமாணுபாரம் 14·008; அணுபாரம் 28·016.

சரித்திரம்:—முதல் முதலில் பாக்கியஜனகத்தைத் தயாரித்து அது ஒரு மூலப் பொருள்தான் என்று ஸ்தாபித்தவர் யாரென்று சொல்வது சிரமமே. ஜான்மேயோவும் இன்னுஞ் சிலரும் அதைப்பற்றிய பல விஷயங்களைத் தெரிந்துகொண்டிருந்தும், அது ஒரு தனிப்பொருள் என்பதை அவர்களுள் ஒருவருங் காணவில்லை. எவனொருவன் ஒரு பொருளைத் தயாரித்துச் சந்தேகமற அதன் விசேஷத்தை நிரூபிக்கிறானோ, அவனுக்கே அதைக் கண்டுபிடித்த கௌரவம் உரியது. அவ்விதிக்கிணங்க, பாக்கியஜனகத்

தைக் கண்டுபிடித்த பெருமை டி. ரதர்போர்ட் (D. Rutherford) என்னும் விஞ்ஞானிக்குப் போய்ச் சேருகிறது. அவர் 1772-ம் வருஷம் தற்செயலாய்ப் பாக்கியஜனகத்தைக் கண்டுபிடித்தார். மூடிவைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு பாத்திரத்தில் ஒரு எலியை அடைத்துவைக்கச் சிறிது நேரங்கழித்து அது மாண்டதை அவர் கண்டார். ப்ளாக் என்பவர் கரியமில வாயுவின் குணங்களைப்பற்றி அதற்கு முன்பே வெளியிட்டிருந்தார். ரதர்போர்ட் மேற்கண்ட பாத்திரத்திலுள்ள கரியமிலவாயுவைச் சோஷித்தபின்புகூட மீதியிருந்த வாயு உயிரைக் காப்பாற்றாது கண்டு, அதற்கு 'நச்சுக்காற்று' (mephitic air) என்ற பெயரை அளித்தார். காற்றில், எரிதலுக்கும் உயிர்ப்புக்கும் ஆதாரமான "தீக்காற்றும்" (Fire air) அவற்றிற்கு விரோதமான "கெடுகாற்றும்" (Foul air) கூடிய கலவையே காற்று என்று முதன்முதலில் தெளிவுபட ஆராய்ந்தறிந்தவர் ஷீலே (1772). காற்றிலுள்ள பிராணவாயுவைக் கரியை எரியவிட்டுப் பிரித்து, விகாரத்தின் விளைவை க்ஷாரவிலயனங்கொண்டு உறிஞ்சி, மீதிநின்ற வாயுவை "எரிபொருளூட்டப்பட்ட காற்று" (Phlogisticated air) என்று ப்ரீஸ்ட்லீ பெயரிட்டழைத்தார். ப்ரீஸ்ட்லீயும் அவ்வாயுவைத் தானாகவே கண்டுபிடித்ததால், அப்பெருமை அவரையுஞ் சிறிதளவு சாரும். லவாசியர் அதற்கு "அஸோட்" (Azote; A=இல்லை; Zeo=உயிர்) என்று பெயரிட்டார். பிரான்சு தேசத்தில் அது அப்பெயர்கொண்டே இன்றும் அழைக்கப்படுகிறது. சாப்டல் (Chaptal) என்பவர் அவ்வாயு வெடியுப்பில் (Nitre) இருப்பதால் நைட்ரோஜன் (Nitrogen=Nitre producer) என்ற பெயரைக் கொடுத்தார். அதையொட்டியே நாம் அதை வெடியுப்புவாயு என்றாவது தனிப்பொருள் "அம்" என்று முடியவேண்டுமென்ற சங்கற்பத்திற்கொத்தவாறு, பாக்ய: (வெடியுப்பு) என்ற ஸம்ஸ்கிருத பதத்திலிருந்து "பாக்கியஜனகம்" என்று அழைப்போம். அதை வெடியம் என்றுஞ் சொல்லாம்.

சம்பவம்:—காற்றில் 5-ல் 4-பங்கு (பருமனளவில்) பாக்கியஜனகம் விஸ்தாரமாய்ப் பரம்பியிருக்கிற ஏராளமான பொருள். சில கனிஜங்களில் பாக்கியஜனகம் உட்கொள்ளப்பட்ட நிலையிலிருக்கிறது. கரியுடனும் அப்ஜனகத்துடனுஞ் சேர்ந்து அது பல செடிகொடியிலுள்ள பொருள்களிலும், பிராணிகள் சம்பந்தமான பொருள்களிலுங் காணப்படுகிறது. சரீரத்தில் மாமிசப்பொருள் உண்டாவதற்குக் காரணம் பாக்கியஜனகமுள்ள உணவுப் பொருள்களே. முட்டை, பயிறு வகைகள், பால் முதலிய உடம்பை வளர்க்கும் ஆகாரப்பொருள்களில் அது அமைந்திருக்கிறது. அமோனியா, பாக்கியகாமிலம், பாக்கியமிகஜங்கள், வெடியுப்புகள், கொயினை (Quinine), ஜ்வரஸம்ஹாரி (Antipyrin), மார்பீன் (Morphine) முதலிய விஷஔஷதங்கள், அவுரிச்சாயம், இன்னும் பல அனிலீன் சாயங்கள் இவைகளில் பாக்கியஜனகமிருக்கிறது. பாக்கியஜனகமில்லாது காற்று பிராணவாயு மயமாகவேயிருக்குமாகில், நாமெல்லாம் ஜ்வாலை மயமாகவே இருக்கவேண்டும். செடி கொடிகளும் பிராணிகளும் விதிக்கு மீறிய நிலைகளை அடையாமல் இருக்கும்பொருட்டுக் காற்றில் பிராண வாயுவின் வீரியத்தைக் குறைக்கவே பாக்கியஜனகத்தை அதிக அளவில் கடவுள் சிருஷ்டித்திருக்கிறார் போலும்.

பிராணிகள், செடிகொடிகள் இவற்றின் வளர்ச்சிக்குப் பாக்கியஜனகம் முக்கியமான பொருள். வயல்களுக்கு பாக்கியஜனகம் குறைவுபட்ட சந்தர்ப்பங்களில் எளிதில் உட்கொள்ளப்பட்டுச் சமிக்கப்படுநிலையிலுள்ள பாக்கியஜனகஞ் சேர்ந்த உரங்களை ஊட்டவேண்டும். (பொட்டாஸியம், பாஸ்வரம் முதலியவையுந் தேவை.) மாடு, ஆடு, குதிரை இவைகளின் மலமும் மூத்திரமும் வீரியமுள்ள பாக்கியஜனக-எருக்கள். ஆகையால் பூசாரத்தை விருத்திசெய்யப் "பண்ணைக்கொட்டில் எருக்களே" (Farmyard manure) மிகச்சிறந்தவை. ஆனால், உரத்திற்குரிய பாக்கியஜனகத்தை, ஆகாரத்திற்காகாத பல

செடி கொடிகள் உண்பதனாலும் நகரங்களிலுள்ள கழுவு தண்ணீர்களெல்லாம் சமுத்திரத்திற்குள் விடப்படுவதாலும் பாக்கியஜனகம் நஷ்டமாவது நமது துர்ப்பாக்கியமே போலும். அவை, தற்காலத்தில் யாதொரு பிரயோசனமுமில்லாத கடற்பாசி காளான் முதலியவைகளை வளர்ப்பதற்கே போகின்றன. ஆகாயத்திலுண்டாகும் பாக்கிய சாமிலம் (Nitrous acid), பாக்கியகாமிலம் (Nitric acid) முதலிய உரச் சரக்குகள் வயல்களுக்குச் செல்லாமல் அதிக அளவில் வீணாகின்றன. சில தேசத்தில் வெடியுப்பு அதிக அளவில் அகப்படுகிறது. எருக்களைக் கை முறைகளால் தயாரிப்பதில் அது அதிகமாகச் செலவிடப்படுகிறது. சிலி, பெரு என்னும் தேசங்களிலுள்ள பாத்திகளிலகப்படும் வெடியுப்புக்கள் உலகத்திற்குவேண்டிய விவசாய எருக்களைத் தயாரிக்க அதிக அளவில் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. அத்தலங்களென்றும் சாசுவதமாயிருக்குமா? ஆகையால் முன்யோசனையுடன் அவ்வித எருக்களை வேறு வகைகளில் தயாரிக்கவேண்டிய வழிகளைத் தேடிக் கண்டுபிடிக்கவேண்டியது மிகவும் அவசியம். பணச்செலவில்லாமற் பாக்கியஜனகத்தைக் காற்றிலிருந்தெடுத்து உபயோகிக்கலாம். அதைக்கொண்டு பாக்கியஜனகப் பொருள்களைத் தயாரிப்பதற்குப் "பாக்கியஜனக-பந்தனம்" (Fixation of Nitrogen) என்று பெயர். அம்முறைகளைப் பின்னால் கவனிப்போம். நிலக்கடலைச் செடிபோன்ற சில செடிகளின் வேர்களில் சில முடிச்சுகளைக் காணலாம். அவைகளில், வாயுமண்டலத்திலுள்ள பாக்கியஜனகத்தைப் பந்தனஞ்செய்து எளிதில் கரையத்தக்க உரத்தைத் தயாரிக்கும் நுண்ணிய கிருமிகளிருக்கின்றன. அவைகளினுதவிகொண்டு செடிகொடிகள் பாக்கியஜனகத்தை அடைகின்றன. பிராணிகள் அச்செடிகொடிகளைத் தின்று பாக்கியஜனகத்தை மலமூத்திர ரூபங்களில் வாயுமண்டலத்திற்குத் திருப்பிக் கொடுத்துவிடுகின்றன. வாயுமண்டலத்திலுள்ள பாக்கியஜனகம் மறுபடியும் செடிகொடிகளின்

ஆகாரமாக மாறுகிறது. இவ்விதமாகப் பாக்கியஜனக-சக்கரம் சுழன்றுகொண்டே இருக்கும்.

பிரகிருதியில் ஏற்படும் பாக்கியஜனக பரிவர்த்தனத்தைப் பின்வருமாறு காட்டலாம்.

இவ்விஷயத்தைப் பின்வருங் கட்டுரையால் விசித்திரமாய் வெளியிட்டார் 'மெல்லார்' என்ற நூலாசிரியர்:—
"இன்று பசும் புன்னிலத்திலிருக்கும் ஒரு புல்-துளிரினுள்ள நுண்ணறையில் பாக்கியஜனக-பரமாணு துடித்துக்கொண்டிருக்கும். நாளை அது ஓடியாடித் திரியும் மாணினுடைய சவ்வில் படபடவென்று பதைத்துக்கொண்டிருக்கும். அம்மான் இட்ட சாணத்திலிருந்து வெளிவந்து மேலே கிளம்பி மேகமண்டலத்தை அடைந்து, அங்கு ஒரு மின்னொளியில் பிராணவாயுவுடன் ஐக்கியமாகி, மழைத் தாரையின் மூலம் தாவரவர்க்கத்திற்குரிய உணவுப் பொருளாகத் திரும்பும். அல்லது ஐக்கியமான நிலையில் நேரா

கவே பூமி அதை உறிஞ்சிவிட ரஸாயன விகார கர்த்தாக்களாகிய நுண் கிருமிகள் அதை உரமாக மாற்றலாம். இவ்விதமாக 'ஒவ்வொரு பாக்கியஜனக-பரமாணுவும், எண்ணிறந்த யுகங்கள்தோறும் முடிவில்லாமல் சுற்றிச் சுற்றி வரும் மாறுபாடுகளை அடைந்துகொண்டேயிருக்கிறது.' என்பதில் ஐயமுண்டோ!"

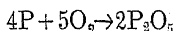
தனிநிலைமையிலுள்ள பாக்கியஜனகம் மிக மந்த குணம் பொருந்தியதேயானாலும், அது சேர்க்கை நிலையில் அபரிமிதமான விசேஷ குணங்கள் பொருந்தியது. அச்சேர்க்கை நிலையில் அது விகாரங்களில் வெளியிடும் வீரியமும், ஜீவாதாரமாயிருக்குந் தன்மையும், உயிருக்கே ஸம்ஹார கர்த்தாவாயிருக்குங் குணமும் ஆச்சரியப்படத்தக்கவை. ஆகையால் பாக்கியஜனகத்தின் ரஸாயன விஷயம் மனதைக் கவரக்கூடியதாயும் மிக முக்கியமானதாயுமிருக்கிறது.

தயாரித்தல் :—பாக்கியஜனகத்தை இரண்டு முக்கியமான முறைகளில் தயாரிக்கலாம். (I) சுத்தி செய்யப்பட்ட காற்றிலுள்ள பிராணவாயுவை, இலகுவாய்ப் பிராணீகரணஞ் செய்யப்படும் பொருள்களால் (அவற்றை எரியவிட்டு) பிரித்துத் தயாரித்தல். (II) பாக்கியஜனகமுள்ள சேர்க்கைப் பொருள்களினின்று ரஸாயன முறைகளால் தயாரித்தல். காற்றிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் பாக்கியஜனகம் 99% அளவே சுத்தமாயிருக்கும். வாயுமண்டலத்திலுள்ள ஸௌர சமூகத்தைச் சேர்ந்த வாயுக்களும் (1%) பாக்கியஜனகத்துடன் சேர்ந்திருக்கும். அவைகளில் அதிகமாயிருப்பது அலஸம் (Argon).

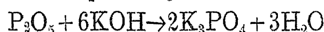
I. காற்றிலிருந்து தயாரித்தல்

(1) ப்ரீஸ்ட்லீ செய்த மணிஜாடி சோதனையைச் செய்யலாம். ஒரு பீங்கான் தொட்டியில் தண்ணீரையெடுத்து —க்ஷார விலயனத்தை யெடுத்துக்கொள்வது நலம்—அத்திரவத்தில் மஞ்சள் பாஸ்வரத்துண்டுள்ள சிறிய பீங்கான்

கிண்ணத்தை மிதக்கவிட்டு அடைப்பானுள்ள மணிஜாடியால் மூடவும். அடைப்பானைத் திறக்க ஜாடியினுள்ளும் வெளியும் நீர் ஒரே மட்டத்திலிருக்கும். பாஸ்வரத்தை ஒரு சூட்டுக் கோலால் தொட, அது பற்றியெரியும். உடனே அடைப்பானுல் ஜாடியை மூடிவிடவும். ஜாடிக்குள் வெள்ளைப் புகை யுண்டாகும். பிராணவாயு அவ்வெரிதலில் உபயோகப்பட்டவுடன் தீ அணையும். சோதனையின் ஆரம்பத்தில் ஜாடிக்குள்ளிருந்த காற்றில் சுமார் 5-ல் ஒரு பங்கு செலவிடப்பட்டதென்று ஜாடிக்குள் ஏறிய திரவம் காட்டிநிற்கும். விகாரத்திற்குப் பின், மீதிநிற்கும் வாயு பாக்கிய ஜனகம். அதில் ஒரு எரி கொள்ளியைத் தணிக்க உடனே அது அணைந்துவிடும். (ஆனல் அதிற் சிறிதளவு பிராணவாயுவுமிருக்கும்.)



$$4P + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5$$



$$P_2O_5 + 6KOH \rightarrow 2K_3PO_4 + 3H_2O$$

மணி ஜாடிக்குப் பதிலாக, அளவு கோடுகளுள்ள ஒரு குழாயில் சோதனையைச் செய். குழாயில் பாஸ்வரத்தை எடுத்து, குழாயைத் தக்கையால் மூடி, குழாயின் அடியைச் சுடுதண்ணீரில் நனைக்க, பாஸ்வரம் பற்றி எரியும். குழாயைத் தலைகீழாகத் திருப்பிக் குலுக்க, பாஸ்வரம் நன்ருய் எரியும். பாஸ்வரத்துண்டு குழாயில் இங்குமங்கும் போகும்படி பலதடவை குழாயைத் திருப்ப, காற்றிலுள்ள பிராணவாயு அநேகமாய் முற்றிலுஞ் சோஷித்து விடப்படும். தக்கையைத் தண்ணீருக்கு அடியிலெடுத்துவிட, தண்ணீர் குழாயில் 5-ல் ஒரு பங்கு (பருமனளவிற்கு) ஏறும்.

(2) பைரோகலால் கரைந்த க்ஷார விலயனம் (alkaline solution of pyrogallol) பிராணவாயுவை வெகு அவாவுடனுட்கொள்ளும்.

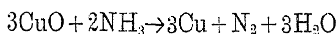
தெரிந்த பருமனளவிற் காற்றை உரிய உபகரணத்தில் எடுத்து அதை மேற் குறித்த விலயனத்துடன் குலுக்கப்

பிராணவாயு உட்கொள்ளப்படும்; பாக்கியஜனகம் மீதி நிற்கும். க்ஷார விலயனம் கறுமையாக மாறும். (பைரோகலால் சிக்கலான பொருள்களாக பிராணீகரணத்தில் மாறும்.) உபகரணத்தைத் தண்ணீரில் அமுக்கித் தக்கையை எடுத்துவிட, பிராணவாயுவிருந்த அளவிற்குத் தண்ணீரேறும். அங்கு மீதிநிற்கும் பாக்கியஜனகத்துடன் சிறிதளவு அலஸம் முதலியவை சேர்ந்திருக்கும்.

(3) பைரோகலால் கரைந்த க்ஷார விலயனத்திற்குப் பதிலாகச் சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தில் தாம்ரச-ஹரிதகையைக் கரைத்து அவ்விலயனங்கொண்டும் பிராணவாயுவைக் காற்றினின்று பிரித்துவிடலாம்.

(4) கரியமிலவாயு நீராவி முதலியவைகளிலிருந்து சுத்திசெய்யப்பட்ட காற்றை, அநேக புன்ஸனடுப்புகள் கொண்ட உலையிற் சூடுசெய்விக்கப்படுந் தகனக்குழாயிலுள்ள தாமிரத் துணுக்குகளின்மேற் செலுத்தி, வெளிவரும் வாயுவைத் தண்ணீருக்குமேற் சேகரிக்க. அது பாக்கியஜனகமென்று காண்பாய். தாமிரம் தாம்ரிக-பிராணையாக மாறும். சிறிதுநேரங்கழித்து மேற்கண்ட சோதனையில் தாமிரத் துணுக்குகளின் மேற்பாகம் தாம்ரிக-பிராணையாக மாறுவதால் விகாரவேகங் குறையும்.

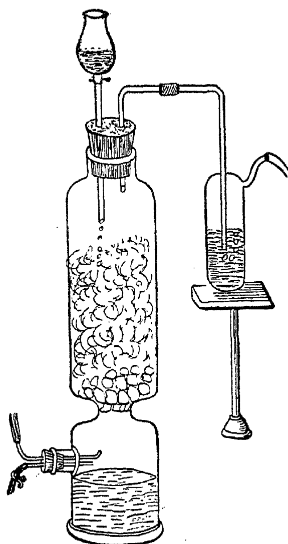
(5) மேற்குறித்த உபகரணங்கொண்டு சூடான தாம்ரிக-பிராணையின்மேல் (CuO) அமோனியா வாயுவைச் செலுத்த, பிராணை தாமிரமாகக் குறைந்துவிடும்; பாக்கியஜனகமும் நீராவியும் வெளியேறும்.



$$3CuO + 2NH_3 \rightarrow 3Cu + N_2 + 3H_2O$$

(6) ஆகையால் நான்காவது ஐந்தாவது சோதனைகள் இரண்டையும் ஒன்றாக்கி, அதாவது, சுத்தப்படுத்திய காற்றைச் சுண்டின அமோனியா-திராவகத்தில் குமிழிடச் செய்து, காற்று-அமோனியாக் கலவையைச் சூடான தாமிரத் துணுக்குகளின் மேற்செலுத்த, தாமிரம் காற்றிலுள்ள பிராணவாயுவுடன் சேர்ந்து தாம்ரிக-பிராணையாக

மாயிப் பாக்கியஜனகத்தை வெளிவிடும். தாம்ரிக-பிராணை அமோனியாவுடன் விகாரித்துத் தாமிரநிலைக்குக் குறைந்து, நீராவியையும் பாக்கியஜனகத்தையும் வெளியேறச் செய்யும். வெளிவரும் வாயுவைச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்திற் குமிழிக்கச்செய்ய, அமிலத்தில் நீராவியும் விகாரத்தில் வியாகிக்காத அமோனியாவுங் கரைந்துவிடும்; சுத்த பாக்கியஜனகமே வெளிவரும்.



அமோனியாவிலிருந்து பாக்கியஜனகத்தைத் தயாரித்தல்

படம் 120

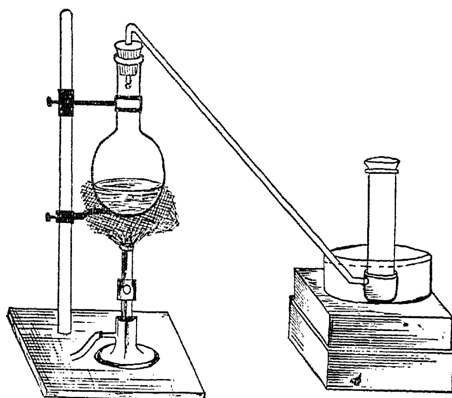
(7) வறள்-கோபுரத்தில் (Drying tower) சுத்தமான தாமிரத் துண்டுகளை நிரப்பி அதன்மேல் அமைத்துள்ள பெய்குழல் மூலம் அமோனியா-திராவகத்தைச் சொட்ட விட்டு, கீழிருந்து காற்றை மெதுவாகச் செலுத்தி, வெளிவரும் வாயுவை நீரிட்ட கந்தகிகாமிலத்தாற் கழுவி

(படம் 120) தண்ணீருக்குமேற் சேகரிக்கவும். அது பாக்கியஜனகமே. தாம்ரிக-பிராணே கரைந்த அமோனியா விலயனம் கீழே இறங்கித் தங்கும்.

(8) வெகுநாள்வரையில் பாக்கியஜனகம் அதிக அளவில் வேண்டிய சமயங்களில் ஆறுவது முறையாலேயே தயாரிக்கப்பட்டுவந்தது. ஆனால் இந்நாளில் "லிண்டே" முறைப்படியாவது "க்ளாட்" முறைப்படியாவது தயாரிக்கப்படும் திரவக் காற்றிலிருந்து பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல் முறையால் பாக்கியஜனகம் தயாரிக்கப்படுகிறது. அங்கு எளிதில் ஆவியாகப் பரிணமிக்கக்கூடிய பாக்கியஜனகமே முதலில் வெளியேறும்.

II. ரஸாயன முறைகளால் தயாரித்தல்

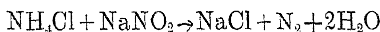
அமோனிய-பாக்கியசஜம் (Ammonium nitrite) வெகு எளிதில் சுத்த பாக்கியஜனகமாகவும் தண்ணீராகவும் விபாகிக்குங் குணமுடையது.



அமோனிய-பாக்கியசஜத்தினின்று பாக்கியஜனகத்தைத் தயாரித்தல்

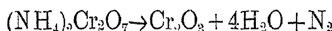
படம் 121

அமோனிய-பாக்கியசஜம் ஒரு நிலையற்ற பொருள். ஆகையால் ஓர் உருண்டைக் கூஜாவில் (500 க.ச.மீ.) 15 கிராம் ஸோடிய-பாக்கியசஜத்தையும் ($NaNO_2$) 10 கிராம் அமோனிய-ஹரிதகையையும் (NH_4Cl) 100 க.ச.மீ. தண்ணீரையுமெடுத்து இளஞ் சூடுகாட்டி, வெளிவரும் வாயுவைத் தண்ணீருக்குமேற் சேகரிக்கவும். சுத்தமான பாக்கியஜனகத்தை இம்முறையிலடையலாம்.



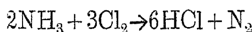
$$NH_4Cl + NaNO_2 \rightarrow NaCl + N_2 + 2H_2O$$

(2) அமோனிய-துவி-கிரோமிகஜத்தை ஒரு தகனக் குழாயிற் சூடுசெய்ய, அதன் கிச்சிலிவர்ணம் மாறிப் பச்சை நிறமுண்டாகும் (கிரோமிக-பிராணையுண்டாவதால் Cr_2O_3); பாக்கியஜனகம் வெளிவரும். இம்முறையிற் சில சந்தர்ப்பங்களில் விகாரமிச்ரம் திடீரென்று வெடிக்கலாம். ஆகையால் அமோனிய-ஹரிதகையையும் பொட்டாஸிய-துவி-கிரோமிகஜத்தையுஞ் சேர்த்து அக்கலவையைச் சூடுசெய்வது நலம்; அபாயம் ஏற்படாது. அல்லது அமோனிய-துவி-கிரோமிகஜத்துடன் அதைப்போல் இரண்டு பங்கு வறட்டு மணலையும் சேர்த்துச் சூடுசெய்யலாம்.

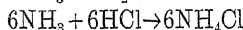


$$(NH_4)_2Cr_2O_7 \rightarrow Cr_2O_3 + 4H_2O + N_2$$

(3) ஹரிதகம் அமோனியாவிலிருக்கும் அப்ஜனகத்தைப் பிரித்தெடுத்து அதனுடன் ஸம்யோகித்துப் பாக்கியஜனகத்தை விலக்கிவிடுஞ் சாமர்த்தியம்பொருந்தியது.



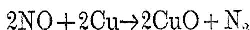
$$2NH_3 + 3Cl_2 \rightarrow 6HCl + N_2$$



$$6NH_3 + 6HCl \rightarrow 6NH_4Cl$$

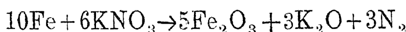
ஆனால் ஹரிதகத்தை அமோனியா விலயனத்திற் செலுத்த, பாக்கியஜனக-த்ரி-ஹரிதகை (NCl_3) என்ற ஒரு தீவிரமான வெடி பொருளுண்டாகும். இம்முறையைக் கையாண்டதில், ஒரு ரஸாயன சாஸ்திரி ஒரு கண்ணையும் மூன்று விரல்களையும் இழக்கநேரிட்டது. அமோனியா-திராவகத்தை அதிக அளவில் எடுத்துக் கொண்டுவிட்டால் அபாயம் ஏற்படாது.

(4) பாக்கியஜனக-பிராணைகளைச் சூடாக்கிய தாமிரத் துண்டுகளின்மேற் செலுத்த, தாம்ரிக-பிராணையும் பாக்கியஜனகமுமுண்டாகும்.



$$2NO + 2Cu \rightarrow 2CuO + N_2$$

(5) பொட்டாஸிய-பாக்கியமிகஜத்தை (5 கி. KNO_3) இரும்புப் பொடியுடன் (10 கி.) கலந்து தகனக் குழாயிற் சூடுசெய்து, வெளிவரும் வாயுவைத் தண்ணீருக்கு மேல் சேகரித்துப் பாக்கியஜனகத்தை அடையலாம்.

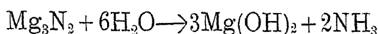


$$10Fe + 6KNO_3 \rightarrow 5Fe_2O_3 + 3K_2O + 3N_2$$

பௌதிக-குணங்கள் :—பாக்கியஜனகம் ஒரு நிறமற்ற மணமற்ற சுவையற்ற வாயு. அதற்கு எரியுந்தன்மையும் எரியவிடுந்தன்மையுங் கிடையா. அது காற்றைவிடச் சிறிது இலேசானது. ரஸாயன முறையில் தயாரித்த வாயுவின் திண்மானம் = 0·9673 (காற்று = 1). காற்றிலிருந்து தயாரித்த வாயுவின் திண்மானம் = 0·9721 (ராலே). அந்த வித்தியாசத்திலிருந்தே காற்றிலிருந்து தயாரிக்கப் படும் பாக்கியஜனகத்தில் அதைவிடத் திண்மைபொருந்திய வாயு இருக்கவேண்டுமென்று அனுமானித்து 1894-ம் வருஷம் அலஸம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. பாக்கியஜனக வாயுவைத் திரவஸ்திதிக்கும் திடஸ்திதிக்கும் மாற்றலாம். வாயுமண்டல அழுக்கநிலையில் அதன் கொதிநிலை —196° ச. அதன் அவதி உஷ்ணம் —146°; அவதி-அழுக்கநிலை 35 வாயுமண்டல அழுக்கங்கள். வெண்மையான ஸ்படிக பாக்கியஜனகம் —210° ச-ல் உருகும். —252·5° ச-ல் அதன் திண்மை 1·0265. பிராண வாயுவைவிடக் குறைவாகவே பாக்கியஜனகவாயு தண்ணீரிற் கரையும். 0°-ல் ஒரு க. ச. மீ. தண்ணீரில் 0·0239 க. ச. மீ. வாயுவும், 20°-ல் 0·0164 க. ச. மீ. வாயுவும், 40°-ல் 0·0118 க. ச. மீ. வாயுவும் 76 ச. மீ. அழுக்க நிலையில் கரையும். அது விஷத் தன்மை பொருந்தியதாயிருக்கமுடியாது. ஏனென்றால் எப்பொழுதும் நாம் அதையுஞ் சுவாசித்துக்கொண்டிருக்

கிரோமல்லவா? அதில் பிராணிகள் மாளுங்காரணம் பிராணவாயுவில்லாமையே. அதன் பரமாணுபாரம் 14·008. அணுபாரம் 28·016.

ரஸாயன குணங்கள்:—தனித்திருக்குங்கால் பாக்கியஜனகம் மந்தமான வஸ்து; ரஸாயன வீரியமற்றது. ஆனால், சில சமயங்களில் லிதியம், கால்ஸியம், மாக்னீஸியம், பொறனம், பேரியம், ஸ்ட்ரான்ஷியம், அலுமீனியம், டைடேனியம், டங்க்ஸ்டன் முதலிய உலோகங்கள் (நுண்துளிகளாக இருப்பின் மிகவும் நல்லது) பாக்கியஜனகத்திற் சூடு செய்யப்பட, பாக்கியஜனகைகளாக (Nitrides) மாறும். எரிகிற மாக்னீஸிய நாடாத்துண்டு பாக்கியஜனகமுள்ள ஜாடியில் தணிக்கப்பட, அணையாமல் எரியும். விகாரத்தின் முடிவில் ஜாடியில் இருக்கும் வெள்ளைப்பொருள் மாக்னீஸிய-பாக்கியஜனகை Mg_3N_2 (Magnesium nitride). பாக்கியஜனகைகள் எளிதில் நீர் வியோகமடைந்து அமோனியாவாகவும் உலோக-அப்ஜ-பிராணைகளாகவும் மாறும்.

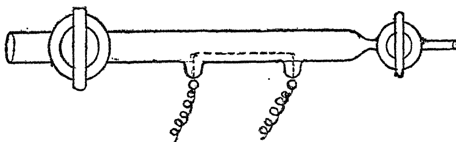


$$Mg_3N_2 + 6H_2O \longrightarrow 3Mg(OH)_2 + 2NH_3$$

மின்பொறிகள்கொண்டு பாக்கியஜனகத்தை அப்ஜ-னகத்துடன் ஐக்கியமாகச் செய்ய, சிறிதளவு அமோனியா உண்டாகும். அதைப்பற்றிப் பின்னால் விசாரிப்போம். சிலகத்துடனும் (Silicon) கரியுடனும் பாக்கியஜனகம் சில சமயங்களில் ஸம்யோகிக்கும். பாக்கியஜனக-பிராணவாயுக் கலவையில் மின்பொறிகளைச் செலுத்த, சிவந்த பாக்கிய-ஜனக-பர-பிராணை (Nitrogen peroxide) உண்டாகும்.

சாதாரணநிலையிலுள்ள பாக்கியஜனக வாயு ரஸாயன வீரியமற்றதாயிருந்தும், 1911-ம் வருஷம் ஸ்ட்ரட் (Strutt) என்பவர் குறைந்த அமுக்க நிலையிலுள்ள அவ்வாயுவில் மின்சாரப் பொறிகளைச் செலுத்தி ரஸாயன விகாரத்திற் கலந்துகொள்ளக்கூடிய வீரிய பாக்கியஜனகத்தைத் தயாரித்தார். அவ்வீரிய வாயுவுடன் இரஸம், காட்மியம்,

நாகம் முதலியவை விகாரித்துப் பாக்கியஜனகைகளாக மாறும். இங்கு பாக்கியஜனகம், பரமாணுக்களாகவும் செயலூட்டப்பட்ட (activated) அணுக்களாகவும் இருக்கலாம்.



ஸ்ட்ரட்-பாக்கியஜனகம்

படம் 122

இயற்கையில் பாக்கியஜனகம் மந்தமாயிருந்தும் சேர்க்கையிலிருக்குஞ் சமயத்தில் அதிவீரியம் பொருந்தியிருக்கும். (உ-ம்.) வெடிமருந்து, நைட்ரோக்ளிஸரின் (Nitroglycerine), பாக்கியஜனக-த்ரி-ஹரிதகை முதலியன. எல்லா வெடிமருந்துகளும் பாக்கியஜனகஞ் சேர்ந்த பொருள்களே. அவைகளின் அமைப்பில் NO_2,NO_3 என்ற மூலங்களைக் காணலாம்.

வாயுமண்டலம் (The Atmosphere)

முற்காலத்தில் காற்று ஒரு தனிப்பொருளென்று எண்ணிவந்தனர். 17-ம் நூற்றாண்டிலேயே ராபர்ட் பாயில் (1692) பின்வருமாறு எழுதியிருக்கிறார் :—"காற்றானது வெவ்வேறு பொருள்களிலிருந்து புறப்பட்ட பரமாணுக்களின் குழப்பமான திரட்டே. வாயுக்களொவ்வொன்றும் நுண்ணிய அணுசமூகமாயிருப்பதாலும் அவ்வணுக்களெல்லாம் இங்குமங்குந் திரிந்துகொண்டிருப்பதாலும் காற்று ஒரே பொருளின் பிண்டமயம்போல காணப்படுகிறது. ஆனால் உலகத்தில் காற்றைவிட வேறு வேற்றியல்புள்ள கலவை வஸ்துவுமுளதோ?" பாயிலுக்கு முன்பே ஜான்மேயோ என்பவர் (1674) எரிதலுக்கும் உயிருக்கும் காரணமாயுள்ள பொருள் ஒன்று காற்றில் இருக்

கிறதென்று வெளியிட்டிருக்கிறார். 1755-ம் வருஷம், ப்ளாக் என்பவர் காற்றில் சிறிதளவு கரியமிலவாயு இருப்பதைக் கண்டுள்ளார்.

காற்றின் சங்கலனம் :—

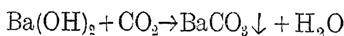
ஷீலே, காவெண்டிஷ், ப்ரீஸ்ட்லீ, லவாஸியர் இவர்கள் காற்றின் சங்கலனத்தை அளவிட்டிருக்கிறார்கள். காற்றின் சங்கலனம் இடத்தைப் பொறுத்திருக்கிறது. நகரத்திலுள்ள காற்றிலும் தொழிற்சாலைகள் அமைந்திருக்கும் இடங்களிலுள்ள காற்றிலும் மற்றவிடங்களிலமைந்திருப்பதைவிட அதிக அளவு கரியமிலவாயு இருக்கும். சமுத்திரக் கரையோரங்களிற் காற்றின் சங்கலனம் அநேகமாய் ஓரளவிலேயே காணப்படுகின்றது.

		நூறு பரும காற்றில் பிராண வாயுவின் பரிமாணம்	
பாரிஸ்	...	20·96	(ரேஞே)
ட்ரெஸ்டன்	...	20·93	(ஹெம்பெல்)
ஓஹியோ	...	20·93	(மார்லீ)

உயரப் போகப்போக அதன் சங்கலனத்தில் வித்தியாசமேற்படும். பல சோதனைகளின் பயனாக 100 பங்கு காற்றில் 20·8-லிருந்து 21 வரை (பருமனளவில்) பிராணவாயு இருக்கலாமென்று தெரியவருகிறது. முன்குறித்துள்ள முறைகளாற் பிராணவாயுவின் பிரமாணத்தை அளவிடலாம். அல்லது தெரிந்த அளவிற் காற்றை எடுத்து அதனுடன் தெரிந்த அளவில் அப்ஜனகத்தைச் சேர்த்து அக்கலவையை மின்பொறிகொண்டு வெடிக்கவிட்டுக் கலவையிலேற்படும் குன்றுதலை அளவிட்டுப் பிராணவாயுவின் பரிமாணத்தைக் கணக்கிடலாம். 1841-ம் வருஷம் "ட்யூமாஸ்" "போஸ்ஞே" (Dumas and Boussingault) என்பவர்கள் வேண்டிய எச்சரிக்கைகளுடன் சிக்கலான அமைப்புடைய உபகரணத்தினுதவியால் 100 கி. காற்றில் 23·005 கி. பிராணவாயு இருப்பதாகக் கண்டார்கள்.

காற்றில், இடத்திற்குத் தக்கவாறு கரியமிலவாயு இருக்குமென்று கூறினோமல்லவா? 10,000 பரும அளவில் பாரிஸ் நகரத்தில் 3·027 அளவிலும், சென்னை நகரத்தில் 3·601 அளவிலும், கரியமிலவாயு காணப்படுகிறது. நிலக்கரி முதலிய எரி பொருள்கள் எங்கெங்கு அதிகமாக எரிக்கப்படுகின்றனவோ, அங்கங்கு கரியமிலவாயு 10,000-ல் 6 அல்லது 7 பங்கு இருக்கும். சரியானபடி காற்றோட்டமில்லாத அறைகளில் அது அதிகமாயிருக்கும். காற்றிலுள்ள கரியமிலவாயுவை, பெட்டன்காபர் (Pettenkofer) முறையால் அளவிடலாம்.

தெரிந்த அளவில் (சுமார் 10 லீட்டர்) காற்றை ஒரு வாயு-ஆசயத்திலிருந்து தெரிந்த அளவுள்ள திட்ட பேரிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்தின் வழியாய்க் கொப்பளிக்க விடவும். க்ஷாரவிலயனத்துடன் வெளிக்காற்றிலுள்ள கரியமிலவாயு சம்பந்தப்படாமலிருத்தற்பொருட்டு, க்ஷாரவிலயனமிருக்குங் கூஜாவில் ஸோடா-சுண்ணாம்புக் கலவையுள்ள குழாயைப் பொருத்திவைக்கவும். கரியமிலவாயு பேரிய க்ஷார விலயனத்துடன் விகாரிக்க பேரிய-இங்காலிகஜம் அவபதிக்கும்.



$$Ba(OH)_2 + CO_2 \rightarrow BaCO_3 \downarrow + H_2O$$

அதிகமாயிருக்கும் பேரிய க்ஷாரத்தை, பலந்தெரிந்த அமில விலயனங்கொண்டு காரமழிக்கும் முறையால் அளவிடலாம்.

உதாரணம் :—

இழுக்கப்பட்ட காற்று	10·8 லீட்டர்கள்
முதலில் எடுத்துக்கொண்ட பேரிய க்ஷார விலயனம்	50 க. ச. மீ. $\frac{வி}{20}$
விகாரத்தின் முடிவில், 25 க.ச.மீ. க்ஷாரவிலயனத்தைக்காரமழித்த கந்தகிகாமில விலயனம்	22 க.ச.மீ. $\frac{வி}{20}$

உபயோகிக்கப்பட்ட பேரிய க்ஷாரம் $= 50 - 2 \times 22$

$= 6$ க.ச.மீ.

1000 க.ச.மீ. $\frac{\text{வி}}{20}$ க்ஷார விலயனம் $= \frac{22}{20}$ கி. கரியமிலவாயு

6 க.ச.மீ. $\frac{\text{வி}}{20}$ விலயனம் $= \frac{22 \times 6}{20 \times 1000} = 0 \cdot 0066$ கி. கரியமிலவாயு

$10 \cdot 8$ லீட்டர் காற்றிலுள்ள கரியமிலவாயு $= 0 \cdot 0066$ கி.

அதிக அளவு பாக்கியஜனகம் அடங்கிய சேதனப் பொருள்கள் பதனழியும்போது மெத்த நாற்றம் வீசும். சவம் நாறுவதற்கு இதுவே காரணம். இத்தனிப்பொருளடங்கிய காளான் போன்ற தாவரங்களும் அழுகும்போது பிணம்போன்ற நாற்றம் வீசும். மயிர், தோல், தசை, எலும்பு முதலியவைகள் எரியும்போது நாற்றம் வீசுவது அவற்றில் பாக்கியஜனகம் இருக்கிறதினுல் தான். இன்னும் பாக்கியஜனகஞ் சேர்ந்த சேதன வஸ்துக்கள் அழுகுவதால், அமோனியா வாயுவுண்டாகி காற்றுடன் கலந்து நிற்கும். 10000 கி. காற்றில் 0·5—1 கி. அமோனியா இருக்கலாம் (ஏ. ஸ்மித்). அமோனியா தனித்து நிற்காது. மின்னெளியில் பிராணவாயுவும் பாக்கியஜனகமும் ஐக்கியமாகி, காற்றிலுள்ள தண்ணீரிற் கரைந்து பாக்கியசாமிலமாயும், பாக்கியகாமிலமாயும் மாறும். அமோனியா அவ்வமிலங்களுடனும் கரியமில வாயுவுடனுஞ் சேர்ந்து உரிய அமோனிய உப்புக்களாக மாறும். மழை பெய்யும்பொழுது அவ்வுப்புக்களெல்லாம் பூமிக்கு வந்து சேரும். அவைகள் நல்ல உரங்கள்.

இன்னும், காற்றில், இடத்தைப்பொறுத்து, அப்ஜனக-கந்தகை, கந்தக-துவி-பிராணை, கந்தகிகாமில ஆவி, ஹரிதகைகள், அப்ஜனகம், இங்கால-அப்ஜனகைகள், அப்ஜ-பர-பிராணை, ஓஸோன், சேதன வஸ்துக்கள், திடஸ்திதியிலுள்ள நுண்ணிய பொருள்கள், அபூர்வ வாயுக்கள், நீராவி முதலியவை இருக்கின்றன. காற்றிற் சராசரியாய் நூற்றுக்கு ஒரு பருமன் நீராவியிருக்கும். நீர்ப்பிடிப்புள்ள இடங்களில் 4% நீராவியைக் காணலாம். காற்றிலுள்ள

இந்த ஈரத்திற்கும் நமது தேகாரோக்கியத்திற்கும் மெத்த சம்பந்தமுண்டு. காற்றிலுள்ள நீராவியை அளவிடும் முறைகளைப்பற்றிப் பௌதிக சாஸ்திர நூல் கூறும். காற்றிலுள்ள தூசி முதலியவைகளை அறைக்குள்வருஞ் சூரிய கிரணங்களிற் காணலாம். வெறுந்தூசிகளைத்தவிர சாதாரணமாக ஒரு லீட்டர் காற்றில் 4 அல்லது 5 நுண்கிருமிகளுள (நதிநீரில் 1 க.ச.மீ.-க்கு6000—20,000-உம் பூமியில் 1 க.ச.மீ.-க்கு 100000 நுண்கிருமிகளுமுள). பூமியிலிருந்து இந்நுண்கிருமிகள் தூசிகளுடன் சேர்ந்து காற்றில் கலந்துகொள்ளும். இந்நுண்கிருமிகளே பலதொற்று நோய்களுக்கும், பண்டங்கள் நுரைத்துப் புளித்தலுக்குங் காரணம். காற்றிலுள்ள தூசிகளைப் பீஜங்களாகக்கொண்டு நீர்த்திவலைகள் அவைகளின்மேற் படிவதால்தான் மூடுபனியுண்டாகிறது.

காற்று ஒரு கலவைப் பொருளா அல்லது ஐக்கியப் பொருளா?

பிராணவாயுவும் பாக்கியஜனகமும் அநேகமாய் ஓரளவிலே வாயுமண்டலத்திலுள்ள காற்றில் தோன்றுவதால், காற்று ஒரு சேர்க்கைப் பொருளென்று கருதப்பட்டுவந்தது. ஆனால் அவ்வெண்ணந் தப்பானதென்று கீழே குறிப்பிடப்பட்டிருக்கும் காரணங்கள் காட்டும்.

(1) காற்றின் நூற்றுப்பகுதி சங்கலனம் இடத்திற்குத் தக்கவாறு மாறும்; சமயத்திற்குத் தக்கவாறும் மாறும். ரஸாயனச் சேர்க்கைப்பொருளின் சங்கலனம் எவ்விடத்திலும் எச்சமயத்திலும் மாறுபடாது.

(2) காற்றில், பிராணவாயு : பாக்கியஜனகம் :: 23·2 : 75·5 என்ற எடை விகிதம் காணப்படுகிறது. இதிலிருந்து அவற்றின் பரமாணுக்கள் $\frac{23 \cdot 2}{16} : \frac{75 \cdot 5}{14}$ அல்லது 1·45 : 5·4 என்ற விகிதத்தில் இருக்கவேண்டும் என்று வெளிப்படுகிறது. காற்று சேர்க்கைப்பொருளாயிருக்குமேயானால் அதன் சங்கேதம் $N_{108}O_{29}$ ஆக அல்லது பெரும்படி

யாகச் சொல்லுமிடத்து N_4O-ஆக இருக்கவேண்டும். ஆனால் இச்சந்தேகம் சரியாயிருக்கமுடியாது. அப்படி இருப்பின் காற்றின் ஆவிதிண்மை 36 ஆக இருக்கவேண்டும். ஆனால் சோதனைகளிலிருந்து அதன் ஆவிதிண்மை 14·4 என்று நிச்சயிக்கப்பட்டிருக்கிறது.

(3) காற்றிலுள்ள பல வாயுக்களை ஒன்றுசேர்க்க அக்கலவை காற்றைப்போலவே இருக்கிறது. கலக்குஞ் சமயத்தில், சூடாவது ஒளியாவது மின்சாரமாவது உண்டாவதில்லை. பருமனிலும் வித்தியாச மேற்படுவதில்லை.

(4) பிராணவாயுவையும் பாக்கியஜனக வாயுவையும் ஆவி பந்தனக்குலைப்பு முறையாலும் தண்ணீரிற் கரைத்துப் பின் சூடுசெய்து கரைந்த வாயுவை வெளியேறச் செய்யு முறையாலும் (O : N :: 1 : 4 காற்றில்; O : N :: 1 : 2. தண்ணீரிற் கரைந்த காற்றில்) திரவக்காற்றைப் பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல் முறையாலும் சுமாராகப் பிரித்துவிடலாம். மேலும், காற்றானது டால்டனுடைய "அம்ச அமுக்க நியாய"த்தைக் கீழ்ப்படிந்தே நடக்கும் தன்மையுடையது.

"காற்று ஒரு கலவையா ஒரு சேர்க்கைப்பொருளா?" என்ற விவகாரத்தைத் தீர்த்துவைக்கும்படி கேட்டுக்கொண்டால், பஞ்சாயத்துச் சபையார் பக்ஷபாதமற்ற மனதோடிருப்பின், மேலே குறித்த காரணங்களால் "பிராணவாயு, பாக்கியஜனகம், கரியமிலவாயு, நீராவி முதலியவை கூடிய வாயுக்கலவையே காற்று" என்று தீர்ப்பளிப்பார்கள்.

அபூர்வவாயுக்கள் (The Rare-gases)

மெண்டலீப் முதலில் ஆவர்த்தன ஸம்விபாக ஜாப்தாவை வெளியிட்டபொழுது, ஸௌரம் (Helium), நூதனம் (Neon), அலஸம் (Argon), குப்தம் (Krypton), அன்னியம் (Xenon), ரேடானம் (Radon) என்ற அபூர்வ வாயுக்கள் (இவற்றை 'மந்தவாயுக்கள்' Inert gases என்றுஞ் சொல்வதுண்டு) கண்டு

பிடிக்கப்படவில்லை. அவை வேறு ஒரு பொருளுடனும் ஸம்யோகிக்காவாகையால், அவற்றின் ஸம்யோக சாமர்த்தியம் பூஜ்யம். எனவே அவை ஒரு புதிய கணத்தில், சூனியகணத்தில், அமைக்கப்படுகின்றன. ஏழாவது கணத்திலுள்ள ருணமின்சார ஹரிதக இனத்தையும் (அலோகங்கள்) முதல் கணத்திலுள்ள தனமின்சார க்ஷார உலோக இனத்தையும் பிரித்து இச்சூனிய கணம் அமைவதும் பொருத்தமானதே. இக்கணத்தில் தோன்றும் முதல் ஐந்து வாயுக்களும் காற்றில் வெகு அற்ப அளவில் உள.

சரித்திரம்:—1785-ம் வருஷம் வெளிவந்த ஒரு பத்திரிகையில் காவெண்டிஷ் என்பவர் காற்றிலுள்ள பாக்கியஜனகம் ஒரே பொருளாவென்று தாம் சோதித்த விவரத்தை வெளியிட்டிருக்கிறார். "காற்றிலுள்ள பாக்கியஜனகத்தையும் பிராணவாயுவையும், வெடிகுழாயிலெடுத்து, வெடிகுழாயை வாய்கீழாகப் பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணே விலயனத்தில் அமுக்கி, வாயுக்கலவைக்குள் மின்பொறிகளை, இனி விலயனத்தில் விகாரத்திலேற்பட்ட விளைபொருள் கரையாது என்ற நிலைவரை அனுப்பினார். கடைசியாக, ஒரு சிறு வாயுக்கொப்புளமே மீதி நின்றதைக் கண்டார். ஆகையால் "வாயுமண்டலத்தில் எரி-பொருள்கூடிய காற்றில் (பாக்கியஜனகம்) ஏதேனும் ஒருபாகம் பாக்கியகாமிலமாக மாறாமலிருக்குமேயானால் அது மொத்தத்தில் $\frac{1}{120}$ பங்குக்கு மேற்பட்டிருக்காது" என்ற அபிப்பிராயத்தை வெளியிட்டார். 1894-ம் வருஷம் ராலே பிரபு ரஸாயன முறையில் தயாரித்த ஒரு லீட்டர் பாக்கியஜனகத்தின் நிறை (தி-உ-அ. நிலையில்) 1·2521 கிராமாகவும் காற்றிலிருந்து தயாரித்த ஒரு லீட்டர் பாக்கியஜனகத்தின் நிறை 1·2572 கிராமாகவும் கண்டார். இத்திண்மானக் கூடுதல் யாதுகாரணம் பற்றியது என்று ராலேயும், ராம்ஸேயும் ஆராய்ச்சி செய்ததன் பயனாக, பாக்கியஜனகத்தைப் போல் 1·4 பங்கு பளுவுள்ள 'அலஸம்' அல்லது 'மடியம்' (Argon) என்ற வாயு கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. காவெண்டிஷ் சொன்னதற்கேற்றவாறு அலஸம் காற்றில் நூற்றுக்கு ஒரு பங்குக்குச் சற்றுக் குறைவாகவே இருக்கிறது.

அலஸத்தை வேறுவிதமாகத் தயாரிக்க எண்ணிப் பல சோதனைகள் செய்து பார்த்துவருகையில், 1895-ம் வருஷம்

ராம்ஸே என்பவர் யுரேனியம் சம்பந்தப்பட்ட தாதுவைச் சூடு செய்தபொழுது ஒருவித வாயு வெளிக்கிளம்பிற்று. அதை வர்ணப்பட்டி தரிசினிகொண்டு சோதிக்க D3 கோடு காணப்பட்டது. அதுவரை கண்டுபிடித்த எத்தனிப்பொருளும் அக்கோட்டைக் கொடுக்கவில்லை. ஆதலால் அது ஒரு புதிய வாயுவாகத்தானிருக்கவேண்டும் என்று அவர் மதித்தார். லாக்யர் (Lockyer) என்பவர் சூரிய மண்டலத்திலுள்ள ஒரு வாயு, அக்கோட்டைக் கொடுப்பதைக் கண்டு அதற்கு 'ஹீலியம்' (சூரியனில் காணப்படுவது என்று பொருள்) என்று பெயரிட்டிருந்தார் (1868). ராம்ஸேயும் அப்பெயரையே புதிதாய்க் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட வாயுவுக்கு இட்டார். அப்பெயரையொட்டியே நாமும் அதை "ஸௌரம்" அல்லது 'கதிரவம்' என்றழைப்போம். ஸௌரம், அலஸம் போன்ற வேறு வாயுக்கள் வாயுமண்டலத்திலிருக்கின்றனவா என்று ராம்ஸேயும் ட்ராவெர்ஸும் (Ramsay and Travers) பல சோதனைகள் செய்து வந்தசமயத்தில் 1898-ம் வருஷம் வேறு மூன்று மந்தமான வாயுக்களைக் கண்டு அவைகளுக்கு முறையே நியான் (Neon) க்ருப்டான் (Krypton) க்ஸெனான் (Xenon) என்று பெயரிட்டார்கள். அப்பெயர்களைத் தழுவியே நாமும் அவைகளை முறையே 'நூதனம்,' (அல்லது 'புதியம்') 'குப்தம்' (அல்லது 'மறையம்') 'அன்னியம்' என்று அழைப்போம். அதிக அளவு அலஸத்தை எடுத்துப் பின்னக்காய்ச்சி வடித்தல் முறையாற் சுத்திசெய்யும்பொழுது நூதனமும், அதிக அளவுள்ள திரவக்காற்று ஆவியாய்ப் பரிணமித்தபிறகு மீதிநின்ற திரவத்திலிருந்து குப்தமும் அன்னியமும் தயாரிக்கப்பட்டன. அவ்வபூர்வ வாயுக்களைக் கண்டுபிடித்ததற்காக, 1904-ம் வருஷத்தில் ஸர்வில்லியம் ராம்ஸே என்பவருக்கு நோபல் பரிசு அளிக்கப்பட்டது.

அவ்வைந்து வாயுக்களையும்பற்றிச் சுருக்கமாகக் கவனிப்போம்.

ஸௌரம் அல்லது கதிரவம் (Helium)

சின்னம் He, பரமாணுபாரம்=அணுபாரம்=4.002.

சில கனிஜங்களைச் சூடுசெய்ய ஸௌரம் வெளிப்படும். அக்கனிஜங்கள்யாவும் கதிர்மயத்திற்குரிய (ரேடியத்திற்குரிய) மின்



வில்லியம் ராம்ஸே

(1852—1916)

[அனுமதியுடன்]

சார குணங்கள் பொருந்தியிருப்பதால், ஸௌரம் கதிர்மயச் சேஷ்டைகளால் (Radio-active changes) ஏற்பட்டிருக்கலாமென்று தோன்றுகிறது. திரவக்காற்றிலும் அது சிறிதளவிருக்கிறது. அமெரிக்காவிலுள்ள மண்ணெண்ணெய் ஊற்றுக்களிலிருந்து வெளிப்படும் இயற்கை வாயுவில் அது 1% அளவிற் காணப்படுகிறது. அப்ஜனகத்திற்கடுத்தபடி ஸௌரமே அதிக இலேசான வாயு. அது ரஸாயன விகாரமொன்றிலும் ஈடுபடாது.* ஆனது பற்றியே, அது, இந்நாளில் அதிக அளவில் ஆகாயக்கப்பல்களில் அப்ஜனகத்திற்குப் பதிலாக உபயோகப்பட்டுவருகிறது. அப்ஜனகம் ஒரு எரிபொருள். பிராணவாயுவுடன் கலந்து வெடிக் கலவையாக மாறுந்தன்மையுடையது. அதனால் அநேக தீங்குகளும் ஆபத்துக்களும் உயிர்ச்சேதங்களும் ஏற்பட்டிருக்கின்றன. அப்ஜனகத்திற்குப் பதிலாக ஸௌரத்தை உபயோகித்து மேற்கண்ட தோஷங்களை நிவர்த்திக்கலாம். அமெரிக்காவில் அது அதிக அளவில் தயாரிக்கப்பட்டுவருகின்றது. 1907-ம் ஹுப் லேடனிலுள்ள (Laden) சோதனைச் சாலையில் காமர்லிங் ஒன்ஸ் (Kamerling Onnes) என்பவர் வெகு சிரமப்பட்டு ஸௌரத்தைத் திரவமாக்கினார். அத்திரவ-ஸௌரத்தைத் திடஸ்திதிக்கும் மாற்றியிருக்கின்றனர். திரவ-ஸௌரத்தின் உதவியால் இந்நாளில்—272°ச நிலை அதாவது நிரபேக்ஷ உஷ்ணநிலையில் 1° அடையப்பெற்றிருக்கிறது. ஆகையால் அதிக சீதளத்தை அடைய அது ஒரு மார்க்கம். பிராணவாயுவும் ஸௌரமும் சேர்ந்த கலவை, கடல்களில் அதிக ஆழத்தில் மூழ்குகிற குளிகாரர்கள் சுவாசிப்பதற்கு உபயோகமுள்ளதாக இருக்கிறது. ஏனென்றால் இரத்தத்தில் பாக்கியஜனகத்தைவிட ஸௌரத்தின் கரைமானங் குறைவே.

நூதனம் அல்லது புதியம் (Neon)

சின்னம் Ne. பரமாணுபாரம்=அணுபாரம்=20·183

அவ்வாயு காற்றில் லக்ஷத்தில் ஒருபங்கு அமைந்துளது. அது திரவக் காற்றிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. சிறிது

* ஸௌரம் இரஸத்துடன் சேர்ந்து ஓர் ஐக்கியப்பொருளைக் கொடுப்பதாகச் சிலர் சொல்லுகிறார்கள்.

அளவும் ஸௌரமும் அலஸமும் இல்லாதபடி சுத்த நிலையில், 'ட்ராவர்ஸ்' தயாரித்த திரவ-அப்ஜனகத்தினுதவியாலே, அது தயாரிக்கப்பட்டது. அலஸத்திலிருந்து புதிதாய் வெளிவரவே அதற்கு 'நியான்' அதாவது நூதனம் (புதிது) என்ற பெயர் வந்தது. விளம்பரத்திற்காக உபயோகிக்கப்படும் மின்சார விளக்குகளிற் காணும் அழகிய கிச்சிலிச் சிவப்பு அவ் வாயுவாலேயே. மூடுபனி இருக்குங்கால் விண்ணொளியைவிட மஞ்சள் அல்லது கிச்சிலி நிறமுள்ள ஒளி அதன்வழியே இலகுவில் ஊடுருவிச் செல்லவல்லதாகையால், நூதன விளக்குகள் (Neon-lamps) உபயோகிக்கப்படுகின்றன.

அலஸம் அல்லது மடியம் (Argon)

சின்னம் A. பரமாணுபாரம்=அணுபாரம்=39·944

காவெண்டிஷ் செய்த முறையிலாவது, காற்றிலுள்ள பிராணவாயுவைச் சூடான தாமிரத்தாலும் பாக்கியஜனகத்தைச் சூடான மாக்னீஸியத்தாலும் சோஷித்தாவது, திரவ-பிராணவாயுவிலிருந்து பின்னக்காய்ச்சி வடித்தல் முறையிலாவது, அலஸத்தைத் தயாரிக்கலாம். அபூர்வ வாயுக்களில் அதுவே முதலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அது மிகவும் மந்தமான பொருளாகையால் அதற்கு அலஸம் (சோம்பேறி, மந்தம்) என்ற பெயர் வந்தது. ஆகையால் அதை 'மடியம்' என்றும் அழைக்கலாம். அலஸமும் அதன் இனமும் ஒரு பொருளுடனுஞ் சேரமாட்டாதவைகளாயிருப்பதால் அவைகளின் சமான எடைகளை ரஸாயன முறையால் எவ்விதங் கண்டுபிடிக்கமுடியும்? முடியாது. அவைகளின் அணுபாரங்கள் பௌதிக முறையால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அவைகளின் ஒவ்வோர் அணுவிலும் ஒரு பரமாணுவே இருக்கிறது. ஆகையால் அணுபாரமே பரமாணுபாரத்தையுங் குறிக்கிறது. சில மின்சார விளக்குகளில் அலஸத்தை உபயோகிக்கிறார்கள். ஏனென்றால் பாக்கியஜனகமடைக்கப்பட்ட விளக்கெரியும்பொழுது அதற்குள்ளிருக்கும் உலோகக் கம்பி அதிக உஷ்ணம் அடைந்து பாக்கியஜனகத்துடனும் ஐக்கியமாகிவிடும்; அலஸத்துடன் அங்ஙனம் ஐக்கியமாகாது.

குப்தம் அல்லது மறையம் (Krypton)

சின்னம் Kr பரமாணுபாரம்=அணுபாரம்=82·9

அன்னியம் (Xenon)

சின்னம் Kr பரமாணுபாரம்=அணுபாரம்=130·2

முன்னால் குறிப்பிட்டபடி திரவக்காற்று அநேகமாய் முற்றிலுமாவியாய்ப் பரிணமித்தபின் மீதி நிற்கும் திரவத்தைப் பின்னக் காய்ச்சி வடிக்கும் முறைக்குள்ளாக்க, முதலில் குப்தமும் கடைசியாக அன்னியமும் வெளிவரும். திரவக்காற்றில் மறைந்திருந்து வெளிவந்ததால் அவ்வாயுவுக்கு 'க்ரிப்டான்' அதாவது "குப்தம்" (மறைந்திருந்தது) என்ற பெயர் வந்தது. ஏதோ திடீரென்று ஓர் அன்னியன்போல், கடைசியாக வெளிவந்ததற்கு 'க்ஸெனன்' அதாவது "அன்னியம்" என்ற பெயர் வந்தது.

காற்றில் இவைகள் இருக்கும் அளவு (ராம்ஸே)

	ஓர் எடை காற்றிலுள்ளது	ஒரு பருமன் காற்றிலுள்ளது
ஸௌரம்	0·00000056	0·000004
நூதனம்	0·0000086	0·0000123
அலஸம்	0·0136	0·00937
குப்தம்	0·00028	0·00009
அன்னியம்	0·00005	0·00001

அவைகளொவ்வொன்றும் ரஸாயன விகாரத்திலீடுபடாதவைகளாகவும் ஏக பரமாணு அமைப்புள்ள அணுக்களாகவும் இருப்பது இனத்தார்களுக்குள்ளிருக்கும் ஒற்றுமைக் குணங்களைக் காட்டுகிறது. இவற்றின் பரமாணுமண்டலங்களின் ஆதி வெளி வட்டத்திலுள்ள மின்பரமாணுக்கள் மிக நிலையுள்ளவை.

அவை வெளியே பெயரா; வேறு மின்பரமாணுக்கள் வெளி வட்டத்தில் வந்து அமையா. இதுவே அவற்றின் ரஸாயன ஜடத் தன்மைக்குக் காரணம்.

	ஸௌரம்	நூதனம்	அலஸம்	குப்தம்	அன்னியம்
பரமாணு எண்	2	10	18	36	54
பரமாணு பாரம்	4·002	20·183	39·944	83·7	131·3
உருகுநிலை	−272·2°	−249°	−188°	−169°	−140°
கொதிநிலை	—239°	−246°	−186°	−152°	−109°
அவதி உஷ்ணநிலை	—268°	−229°	−122°	−63°	+16·6°

ரேடியம் அல்லது கதிர்மயத்திலிருந்து விளையும் ரேடானம் (Radon) என்பதும் இச்சமூகத்தைச் சேர்ந்தது. அதன் பரமாணு எண் 86, பரமாணுபாரம் 222·5, உருகுநிலை —71°, கொதிநிலை—62°.

அத்தியாயம் 30



அப்ஜனகமும் பாக்கியஜனகமும் சேர்ந்த பொருள்களும் உலோக மூலங்களை ஜாதி-விச்லேஷண முறைகளால் கண்டுகொள்வதும்

(Hydrogen compounds of Nitrogen and Identification of Metallic Radicals)

அப்ஜனகமும் பாக்கியஜனகமும் சேர்ந்த பொருள்கள்

அப்ஜனகமும் பாக்கியஜனகமும் சேர்ந்த ஐக்கியப் பொருள்கள் ஐந்து.

அவையாவன :—

1. அமோனியா (Ammonia) NH_3

2. ஹைட்ரஸீன் (Hydrazine) N_2H_4

3. அஸோயிமைட் அல்லது ஹைட்ரஸோயிக-அமிலம் (Azoimide or Hydrazoic Acid) N_3H

4. அமோனிய-ஹைட்ரஸோயிகஜம் அல்லது அமோனிய-அஸைட் (Ammonium Hydrazoate or Ammonium Azide) N_4H_4 or NH_3-N_3H.

5. ஹைட்ரஸீன்-ஹைட்ரஸோயிகஜம் அல்லது ஹைட்ரஸீன்-அஸைட் (Hydrazine Hydrazoate or Hydrazine Azide N_5H_5 or $N_2H_4N_3H$). அவற்றுள் முக்கியமானது அமோனியாவே.

அமோனியா (Ammonia)

சங்கேதம் NH_3. அணுபாரம் 17·03

சரித்திரம் :—அமோனிய உப்புக்களில் அநேகம் ஆதிநாள்முதற்கொண்டு தெரிந்தவை. ஈஜிப்ட் தேசத்தில் லிபியா என்னும் இடத்தில் "அம்மன்" என்னுந் தேவ

தையின் கோவிலுக்கருகாமையில் ஒட்டகத்தின் சாணத்தை எரிக்குஞ் சமயத்தில் வெளிவந்த புகையிலிருந்து படிந்த பொருளை மறுபடியுஞ் சூடுசெய்ய ஒருவித உப்பு உத்பதித்துப்படிந்தது. ஆகையால் அதற்கு "ஸால்-அமோனியக்" அதாவது அம்மோனிய உப்பு என்று பெயர் வந்தது. ஆர்மீனியா தேசத்தில் இவ்வுப்புக் கிடைக்கிறது. முதன் முதலில் அதை 'ஸால்-ஆர்மீனயக்' அதாவது ஆர்மீனிய-உப்பு என்றழைக்கப்பட்டதென்றும், இவ்வுப்பையும் மேற்கண்ட அம்மன் கோயிலுக்குப் பக்கத்திற் காணப்பட்ட 'நேட்ரன்' என்னும் ஒருவித ஸோடா உப்பையும் ஒன்றென்று தப்பாகச் சிலர் கருதினரென்றும், இத்தப்பெண்ணத்தின் பயனாக நாளடைவில் ஸால்-ஆர்மீனியக் என்னுஞ் சொல் ஸால்-அமோனியக் என்று மருவியது என்றும் ஹோம்யார்ட் எழுதியுள்ளார். அதற்கு ஸால்-வாலடைல் (Sal volatile) அதாவது நிலையற்ற (உத்பதிக்கும்) உப்பு அல்லது பதங்க-உப்பு என்று வேறொரு பெயரும் வந்தது. ஜீபர் (Geber) என்பவர் அதை மூத்திரத்தைச் சாதாரண உப்புடன் சேர்த்துச் சூடுசெய்து தயாரித்ததாகத் தெரியவருகிறது. அவ்வுப்பு நம் தேசத்தில் பல நூற்றாண்டுகளாக வைத்திய முறையில் உபயோகப்பட்டு வருகிறது. ஸம்ஸ்கிருதத்தில் அதற்கு நவஸார:[1] என்றும், தமிழில் நவச்சாரம் என்றும் பெயர். ரஸரத்னஸமுச்சயம் என்னும் நூலில் அதைத் தயாரிக்கும் விதத்தையும் அதன் குணங்களையுங் காணலாம். "மூங்கில் முளைகளையாவது அல்லது பேய்த்தான்றி (Carega arborea) மரக்கட்டைகளையாவது எரிக்கும்பொழுது நவச்சாரம் உண்டாகும். நவச்சாரம் ஒரு க்ஷாரப் பொருள். அதற்கு மற்றொரு பெயர் சூலிகாலவணம் (அதாவது உலையில் படியும் உப்பு). செங்

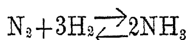
[1] ஆசாரிய ரே அவர்கள் நவஸார என்னும் சொல் 'நௌ-ஸாதர்' என்னும் பாரசீக மொழியிலிருந்து வந்திருக்கவேணுமென்று கருதுகிறார்.

கல்லைச் சுடும்பொழுதும் அது உண்டாகும். அது பாத ரஸத்தைக் கொல்லும். இரும்பைத் திரவமாக்கும். குன்ம வியாதியைத் தீர்க்கும், மண்ணீரலைக் குறைக்கும், அதிக அளவு சாப்பிட்டதை எளிதில் ஜீரணமாக்கும்." கொம்புகளையும் குளம்புகளையுஞ் சூடு செய்ய அதிலிருந்து ஒருவித காரமணமுள்ள வாயு வெளிக்கிளம்பியதைக் கொண்டு அதற்கு "ஸ்பிரிட் ஆப் ஹார்ட்ஸ் ஹார்ன்" (Spirit of horts-horn) அதாவது "கலைமான்கொம்பு ஆவி" என்று மற்றொரு பெயரும் இடப்பட்டது. நவச் சாரத்தையுஞ் சுண்ணும்பையும் ஒரு வாலையில் சூடு செய்து வெளிவரும் வாயுவைத் தண்ணீருக்குமேல் சேக ரிக்க ஹேல்ஸ் (Hales) என்பவர் முயன்றார். ஆனால் ஒரு வாயுவும் வெளிவராமல் உபகரணத்திற்குள் தண்ணீர் ஏறி யது. 1774-ம் வருஷம் "ப்ரீஸ்ட்லீ" அம்முறையில் தயாரித்த வாயுவை இரஸத்தின்மேற் சேகரித்தார். அதற்கு "க்ஷாரக் காற்று" (alkaline air) என்று பெய ரிட்டார். 1785-ம் வருஷம் பெர்தாலேயும் டேவியும் அதன் சங்கலனத்தைச் சோதித்தறிந்தனர்.

சம்பவம் :—வாயுமண்டலத்தில் சிறிதளவு அமோ னியா இருக்கிறதென்று முன்பே குறித்திருக்கிறோம். ஹரிதகையாகவும் கந்தகிகஜமாகவும் எரிமலைகளுக்குச் சமீ பத்தில் அமோனியா காணப்படுகிறது. பாக்கியஜனகஞ் சேர்ந்த தாவரப்பொருள்களும் பிராணிகளுக்குரிய பொருள்களும் அழுகிக் கெடும்பொழுது அமோனியா உண்டாகும். ஆகையால் பூமியில் அது உப்பு வடிவாக இருக்கும். மூத்திரத்திலிருந்து அமோனியா வெளிவரு வதைக் குதிரை லாயங்களின் சமீபத்தில் சென்றால் நன் குணரலாம்.

தயாரித்தல் :—(1) நேர் ஸம்யோகம். 1840-ம் வருஷம் ரேனா என்பவர் அப்ஜனகமும் பாக்கியஜனகமும் மின்சாரப் பொறிகளால் தாக்கப்பட, அவை சிறிதளவு

ஸம்யோகிக்கும் என்று கண்டார். ஸ்ம்யோகம் சுமார் 6% அளவிலேதான் பலிக்கும். அமோனியா வாயுவில் மின் சாரப் பொறிகளைச் செலுத்த 94% அமோனியா அதன் மூலப் பொருள்களாக வியோகிக்கும் (விபரீத விகாரம்).



$$N_2+3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$$

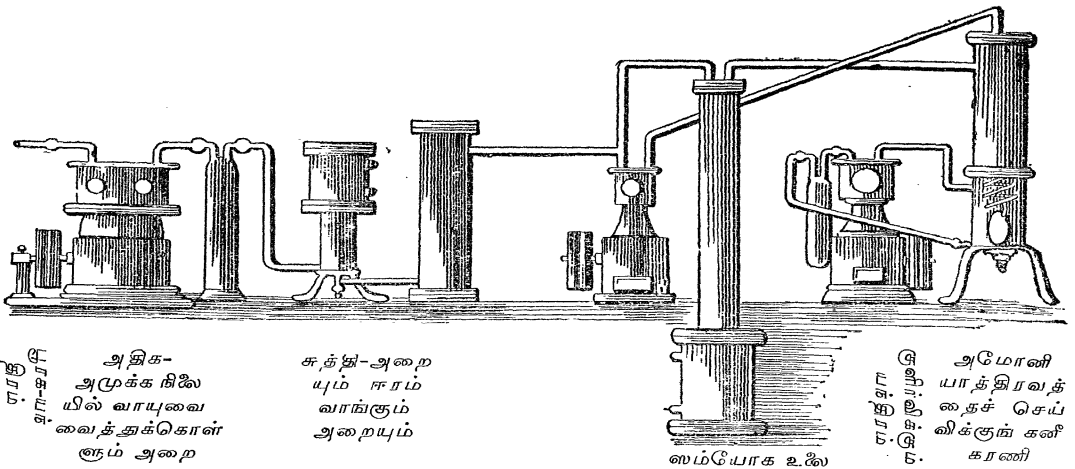
ஆனால் வாயு மிச்ரத்தைத் தண்ணீருக்குமேல் நிற்கவைத்துப் பின்பு மின்சாரப் பொறிகளால் தாக்க, ஸம்யோகத்தின் விளைவாகிய அமோனியா தண்ணீரில் உடனுக்குடனே கரைந்துவிடுவதால், ஸம்யோக விகாரத்தை மேல்-அம்பு நுனி காட்டும் வண்ணம் முற்றிலும் நடத்தலாம். இன்னும் இச்சம்யோகத்தில் உஷ்ணம் வெளித்தோன்றும். $N_2+3H_2=2NH_3+24000$ தா. ஆகையால் அதிகச் சூட்டில் ஸம்யோகம் எளிதில் அதிகமாக ஏற்படுமென்று கருதலாம். ஆனால் அவ்வதிகச் சூட்டில் வியோகமும் அதிகமாக ஏற்பட்டுவிடும். சாதாரணச் சூட்டில், ஒரு ஸ்பர்சகர்த்தாவின் உதவிகொண்டு விளைவை அதிகப் படுத்தலாகும். மேலும் மேற்கண்ட விகாரத்தில், பருமக் குன்றுதல் ஏற்படுவதால், லீ ஷாடிலியர் நியாயப்படி, அமுக்கத்தை அதிகரிக்க விளைவு அதிகமாகும் என்பதும் வெளியாகிறது.

பல உஷ்ண நிலைகளிலும் பல அமுக்கங்களிலும் சாமியஸ்திதியிற் காணப்படும் அமோனியாவின் அளவுகளை அடியிற்கண்ட குறிப்பிற் காண்க.

அமுக்கம் (வாயுமண்டல அளவில்)	சாமியஸ்திதியில் அமோனியாவின் அளவு (சதாம்ச விகிதத்தில்)					
	200°ச-ல்	400°ச-ல்	500°ச-ல்	550°ச-ல்	800°ச-ல்	1000°ச-ல்
1	15	0·4	0·13	0·08	0·012	0·0044
100	81	25	10·4	6·9	1·15	0·044
200	86	36	17·6	12	2	0·87

ஜெர்மன்-விஞ்ஞானியாகிய ஹேபர் (F. Haber) என்பவர் 1905-ம் வருஷம், ஆஸ்மியத்தை ஸ்பர்சகர்த்தா வாக அமைத்து, அப்ஜனக-பாக்கியஜனக மிச்ரத்தை நன்ருக அமுக்கி உபயோகிக்க, ஸம்யோகம் நன்ருய் நடப்பதைக் கண்டார். 550°ச உஷ்ண நிலையில் யுரேனிய-இங்காலை (Uranium Carbide) ஆவது, நுண்ணிய இரும்புப் பொடியையாவது, மாங்கனஜத்தையாவது ஸ்பர்சகர்த்தாவாக அமைத்து நல்ல விளைவை அடையலாமென்று அறிந்தார். இதைப்பற்றி அடுத்த அத்தியாயத்தில் விரிவாகக் கூறநேரிடும்.

நல்ல விளைவைக் கொடுக்கும் நிலைகள் :— (1) உஷ்ண நிலை 550°ச (2) அமுக்க நிலை 200 வாயுமண்டல அமுக்கங்கள் (3) ஸ்பர்சகர்த்தா மாலிப்டீனம் சேர்ந்த நுண்ணிய இரும்புப்பொடி (4) விபரீதவிகாரம் நடக்காவண்ணம் விளையும் அமோனியாவை அவ்வப்போது விகாரமண்டலத்தினின்று விலக்குதல். பாக்கியஜனகம் திரவக் காற்றிலிருந்தும், அப்ஜனகம் "நீர்-வாயு"விலிருந்தும் (Water-gas) தயாரிக்கப்படுகின்றன. அங்ஙனம் விளையும் அமோனியாவைத் தண்ணீரிற் கரைத்தாவது அல்லது திரவமாக மாற்றியாவது விகாரமண்டலத்திலிருந்து அதை விலக்கலாம். ஜெர்மனி முதலிய தேசங்களிலுள்ள பெரிய தொழிற்சாலைகளில் மேற்கண்ட முறையிலேயே அமோனியாவைத் தயாரிக்கின்ருர்கள். மற்ற முறைகளால் தயாரிக்கும் ஒரு டன் அமோனிய-கந்தகிகஜத்தின் விலை £ 10/- ஆக இருக்க ஹேபர் முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட உப்பின் விலை 1916-ம் வருஷத்தில் £ 6/- ஆக இருந்தது. இம்முறையைக் கண்டுபிடித்ததற்காக ஹேபருக்கு 1918-ம் வருஷம் நோபல் பரிசு அளிக்கப்பட்டது. ஜெர்மனியிலுள்ள, ஒப்பாவு (Oppau) என்னுமிடத்திலுள்ள தொழிற்சாலையில் ஒரு வருஷத்திற்கு 150,000 டன் ஸம்யோக பாக்கியஜனகப் பொருளும் மற்ருேரிடத்தில் (Lunawerke) வருஷத்தில் 500,000 டன்களுந் தயாரிக்



அமோனியாவை ஹேபர் முறையால் தயாரித்தல்

படம் 123

கிறார்கள். உலகத்தில் உபயோகிக்கப்படும் கைத்தொழிலால் தயாரிக்கப்படும் பாக்கியஜனகப் பொருளில் பெரும் பகுதியை ஜெர்மனி தேசமே தயாரிக்கிறது. சமீபத்தில், இங்கிலாந்து தேசத்தில் ஓரூரில் (Billingham on Tees) ஒரு பெரிய அமோனியா யந்திரத்தை ஸ்தாபித்திருக்கிறார்கள்.

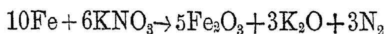
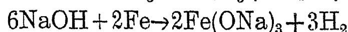
(2) பாக்கியஜனகமுள்ள சேதன வஸ்துக்கள் வறட்டுக் காய்ச்சி வடித்தல் முறையில் (dry distillation) விபாகித்து அமோனியாவைக் கொடுக்கும். உதாரணம்:— சோதனைக்குழாயில் கொம்புச் சிவல்களையாவது, குளம்புத் துண்டுகளையாவது, நகத் துண்டுகளையாவது, மரத் துண்டுகளையாவது, நிலக்கரியையாவது காற்றுப்படாமல் சூடு செய்து பார். அமோனியா வெளிவரும். அதன் காரமணத்தினின்றும், லிட்மஸ்தாளை அது நீலமாக்குவதினின்றும், சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தில் தோய்த்த கண்ணாடிக் குச்சியை அதன் சமீபத்தில் கொண்டுவர அடர்ந்த வெள்ளைப் புகை வெளிவருவதினின்றும், வெளிவரும் வாயு அமோனியாவென்று தெரிந்துகொள்ளலாம்.

(3) யூரியா போன்ற பாக்கியஜனகமுள்ள சேதன வஸ்துக்களை ஸோடாச் சுண்ணும்புக் கலவையுடன் (Soda lime) சேர்த்துச் சூடு செய்ய அமோனியா வெளிவரும். அல்லது அவ்வஸ்துக்களைச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் நீண்டகழுத்துள்ள கூஜாக்களில் சூடுசெய்யப் பாக்கியஜனகம் முற்றிலும் அமோனிய-கந்தகிகஜமாக மாறிவிடும். அதை அதிக க்ஷார விலயனத்துடன் சேர்த்துச் சூடு செய்ய அமோனியா வெளிவரும். பாக்கியஜனகம் சேர்ந்த பொருளைத் தெரிந்த எடையில் எடுத்து அதிலிருந்து வரும் அமோனியாவை தெரிந்த அளவுள்ள திட்ட அமிலவிலயனத்துடன் விகாரிக்கச் செய்து காரமழித்தல் முறையால் அளவிடலாம். அவ்வளவிடும் முறைக்கு "கெல்டால் முறை" (Kjeldahl's method) என்று

பெயர். சேதன வஸ்துக்களைச் சுண்டின க்ஷாரவிலயனத்துடனும், சிறிதளவு பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜத்துடனுஞ் சேர்த்துச் சூடு செய்து அவற்றிலுள்ள பாக்கியஜனகத்தை அமோனியாவாக மாற்றலாம்.

(4) பாக்கியசாமிலம், பாக்கியகாமிலம், பாக்கியசஜம், பாக்கியமிகஜம் இவைகளை ஜனித அப்ஜனகங்கொண்டு (க்ஷயகாரி) விகாரித்து அமோனியாவை அடையலாம். ஆனால் விகாரம் வெகுதாமதமாகவே நடக்கும். பாக்கியசஜத்தையும் பாக்கியமிகஜத்தையும் அளவிட இம்முறையே உபயோகப்படுகிறது.

10 கி. ஸோடிய-பாக்கியசஜம் ($NaNO_2$), 10 கி. ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை ($NaOH$), இவைகளை 50 க.ச.மீ. தண்ணீரில் கரைத்து, அதனுடன் நாகப் பொடியையாவது அலுமீனியப் பொடியையாவது தேவர்தாவின் உலோகக் கலவையையாவது (Devarda's alloy) சேர்த்துச் சூடு செய். வெளிவரும் வாயுவை லிட்மஸ் தாள் கொண்டு சோதிக்க அமோனியாவென்று காண்பாய். அல்லது, பொட்டாஸிய-பாக்கியமிகஜம், இரும்பு, ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை இம்மூன்றையுஞ் சேர்த்துச் சூடுசெய்ய அமோனியா வெளிவரும்.


$$10Fe + 6KNO_3 \rightarrow 5Fe_2O_3 + 3K_2O + 3N_2$$

$$6NaOH + 2Fe \rightarrow 2Fe(ONa)_3 + 3H_2$$

$$(4N) + (6H) \rightarrow 2NH_3$$

(5) அமோனிய-ஹரிதகையையாவது அல்லது வேறு எந்த அமோனிய-உப்பையாவது எடுத்து, அதனுடன் ஈரமற்ற நீற்றின சுண்ணாம்பைக் கலந்து சூடுசெய்ய, சுத்தமான அமோனியா வெளிவரும்.

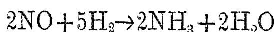

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \rightarrow 2NH_3\uparrow + CaCl_2 + 2H_2O$$

ஈரமற்ற வாயு வேண்டிய சமயத்தில், சோதனையில் வெளிவரும் வாயுவைச் சுட்ட சுண்ணாம்புக்கட்டிகளுள்ள

வரள்-கோபுரத்தின் (drying tower) வழியாய்ச் செலுத்தவும். அவ்வாயுவை இரஸத்தின்மேலாவது அல்லது காற்றைக் கீழ் விலக்குதல் முறையிலாவது சேகரித்துக்கொள்ளவும். கண்ணாடிக்கூஜாவிற்குப் பதிலாக, தாமிரக் கூஜாவை உபயோகிப்பது நலம். சோதனையில் வெளிவரும் நீராவி, திரவமாக மாறிச் சூடான கண்ணாடிப் பாத்திரத்திற் பட, கண்ணாடி வெடித்துவிடக்கூடும்.

(6) சோதனைகளுக்கு அமோனியா வேண்டியசமயத்தில் அமோனியா-திராவகத்தை (Liquor ammonia) இளஞ் சூடு காட்டியாவது, அல்லது பெய்குழலும் விடுகுழாயும் அமைக்கப்பட்ட கூஜாவிலுள்ள ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணைக் குச்சிகளின்மேல் அமோனியா-திராவகத்தைச் சொட்டவிட்டாவது, ஒழுங்காகவும் நிதானமாகவும் அமோனியா வாயுவை வெளிவரச்செய்யலாம்.

(7) பிளாடினப் பஞ்சை (Spongy platinum) ஸ்பர்சகர்த்தாவாக அமைத்துப் பாக்கியஜனக-பிராணைகளை அப்ஜனகத்துடன் (க்ஷயகாரி) விகாரிக்கச்செய்ய, அமோனியா உண்டாகும்.



$$2NO + 5H_2 \rightarrow 2NH_3 + 2H_2O$$

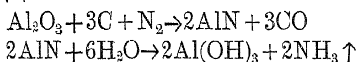
(8) பாக்கியஜனைககளைத் தண்ணீருடன் சேர்க்க நீர்வியோகமேற்பட்டு, அமோனியா வெளிவரும்.



$$Mg_3N_2 + 6H_2O \rightarrow 3Mg(OH)_2 + 2NH_3 \uparrow$$

கொஞ்சகாலத்திற்குமுன், பிரான்சுதேசத்தில் அடியில் விவரிக்கப்படும் ஸெர்பெக் முறையால் (Serpek's process) அமோனியாவைத் தயாரித்தார்கள். பாக்ஸைட் (Bauxite) தாதுவும் கல்கரியுஞ் சேர்ந்த கலவையை உருள் மின்னுலையில் 1800°-க்குச் சூடுசெய்து அதன்மேல் பாக்கியஜனகத்தைச் செலுத்தி விகாரத்தில் விளையும் அலுமீனிய-பாக்கியஜனைகையைக் (AlN) கொதிதண்ணீரால்

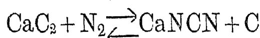
(4-6 வாயுமண்டல அமுக்கநிலையில்) தாக்கி, அமோனியா வைத் தயாரித்தனர்.



$$Al_2O_3 + 3C + N_2 \rightarrow 2AlN + 3CO$$
$$2AlN + 6H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3 + 2NH_3 \uparrow$$

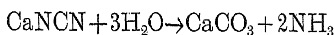
காற்றிலுள்ள பாக்கியஜனகத்தைப் பந்தனப்படுத்த இது ஒருமுறை.

(9) கால்ஸிய-இங்காலை (CaC_2) மின்னுலையில் சூடுசெய்து (1000°) அதன்மேற் பாக்கியஜனகத்தைச் செலுத்த, கால்ஸிய-ஸயனமைட் (Calcium cyanamide) உண்டாகும்.



$$CaC_2 + N_2 \rightleftarrows CaNCN + C$$

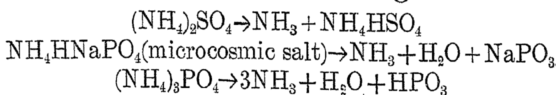
விளைவுப்பொருள் கலவைக்கு "நைட்ரோலிம்" (Nitrolim) என்று பெயர். அதிக உஷ்ணப்படுத்திய நீராவி (Superheated steam) கொண்டு கலவையைத் தாக்க, கால்ஸிய-இங்காலிகஜமும் அமோனியாவும் உண்டாகும்.



$$CaNCN + 3H_2O \rightarrow CaCO_3 + 2NH_3$$

இவ்விகாரத்தில் 99% விளைவு ஏற்படுவதால் இது ஒரு சிறந்த முறையாகத் தொழிற்சாலைகளில் கையாளப்பட்டு வருகிறது. "நைட்ரோலிம்" என்பதை வயல்களுக்கு உரமாக உபயோகிப்பது, அப்பொருள் நீர்வியோகமடையுங் குணம்பற்றியே.

(10) சில அமோனிய-உப்புகளைச் சூடுசெய்ய, வியோகமேற்பட்டு அமோனியா வெளிவரும்.



$$(NH_4)_2SO_4 \rightarrow NH_3 + NH_4HSO_4$$
$$NH_4HNaPO_4 \text{(microcosmic salt)} \rightarrow NH_3 + H_2O + NaPO_3$$
$$(NH_4)_3PO_4 \rightarrow 3NH_3 + H_2O + HPO_3$$

குறிப்பு:—வியாபாரத்திற்கு வேண்டிய அமோனியா உப்புகள் (1) ஹேபர் முறையாலும் (2) ஸயனமைட் முறையாலுந் தயாரிக்கப்படுகின்றன. நிலக்கரியிலிருந்து, நிலக்கரி-வாயு தயாரிக்குந் தொழிற்சாலைகளிலும், இரும்பு தயா

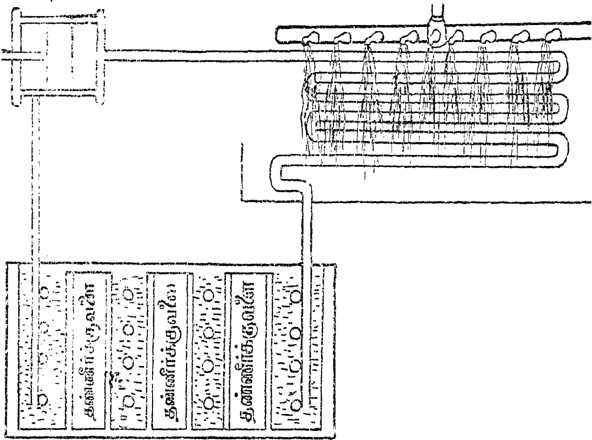
ரிக்குந் தொழிற்சாலைகளிலும், அமோனியா உபவிளைவாக உண்டாகிறது. வெளிவரும் அமோனியாவைக் கந்தகிகாமிலத்தில் கரைத்து அதிலிருந்து சுத்தமான அமோனிய-கந்தகிகஜத்தை ஸ்படிகீகரண முறையால் தயாரிக்கிறார்கள். அமோனிய-கந்தகிகஜத்தைச் சுண்ணாம்புடன் சூடுசெய்து, வெளிவரும் அமோனியாவைத் தண்ணீரிற் கரைத்து அமோனியா-திராவகத்தையுந் தயாரிக்கிறார்கள். நிலக்கரி-வாயு (Coal-gas) தயாரிக்குந் தொழிற்சாலைகளில், ஒவ்வொரு டன் நிலக்கரியிலிருந்து சுமார் 5 பவுண்டு நிறையுள்ள அமோனியாவை அடைகிறார்கள். இன்னும் அங்கு வாலையில் தங்கிநிற்கும் சுட்ட நிலக்கரியை (Coke) நீராவியால் தாக்க, மிகுதிநின்ற பாக்கியஜனகம் அமோனியாவாக மாறி வெளியேறும். ஸ்காட்லண்ட் தேசத்தில், அங்கு கிடைக்கும் 'ஷேல்' (Shale) என்னும் கரிசேர்ந்த களியை வறட்டுமுறையில் காய்ச்சி வடித்து, அங்குண்டாகும் அமோனியாவை அமோனிய-கந்தகிகஜமாக மாற்றி, ஒவ்வொரு வருஷமும் சுமார் 70000 டன் அமோனிய உப்பை அடைகிறார்கள்.

பௌதிக குணங்கள் :— அமோனியா ஒரு நிறமற்ற விசேஷ காரமணமுள்ள க்ஷாரச் சுவையுள்ள வாயு. திடீரென்று அவ்வாயுவைச் சுவாசஞ்செய்ய, கண்களில் நீர் ததும்பும்; உச்சிமயிரைப் பிடித்திழுப்பதுபோல் ஓர் உணர்ச்சியுண்டாகும். இதையுடைய பாத்திரத்தில் ஏதும் பிராணி அடைபட்டால், அது உடனே சாகும். அமோனியா-வாயு காற்றோடு அளவாய்க் கலந்திருந்தால் உறிஞ்சவும், தண்ணீரோடானால் குடிக்கவுங்கூடிய களைதீர்க்கும் மருந்தாகும். காற்றின் திண்மை ஒன்றென்றால் அமோனியாவினது 0·597. ஆகையால் அப்ஜனகத்தைப்போல் காற்றைக் கீழ் விலக்குதல் முறையால் அதைச் சேகரிக்கலாம். அதை நிறமற்ற திரவமாக மாற்றலாம். திரவத்தின் கொதிநிலை $-33 \cdot 5°$ச. திரவங்குளிர திடப்பொருளுண்டாகும். அதன் உருகுநிலை $-77°$ச. அமோனியாவின்

அவதி உஷ்ணநிலை 131°ச. அவதி அமுக்கம் 113·வாயுமண்டல அமுக்கங்கள். திரவ-அமோனியா ஒரு நல்ல திராவணம். அமோனியாத்திரவம் ஆவியாய்ப் பரிணமிக்கும்பொழுது உஷ்ணமுட்கொள்ளப்பட சீதளமுண்டாகும். அது எளிதில் தண்ணீரில் கரையும். 760ஸ.மீ. அமுக்கநிலையில் 0°ச-ல் 1 க.ச.மீ. தண்ணீரில் 1299 க.ச.மீ. வாயுவும், 20°ச-ல் 710 க.ச.மீ. வாயுவும், 28°ச-ல் 595-க.ச.மீ. வாயுவுங் கரையும்.[1] அது தண்ணீரில் வெகு எளிதிற் கரையுமென்பதை நிதர்சனமாக 81-வது படத்தில் காட்டியிருக்கும் உபகரணத்தின் மூலங் காட்டலாம். இரஸத்திற்குமேல் ஈரமற்றநிலையில் ஒரு வாயுஜாடியில் அமோனியாவைச் சேகரித்து, வாயுஜாடியின் வாயை ஒரு கிண்ணத்திலுள்ள பாதரஸத்தில் அமுக்கி, தண்ணீர்த் தொட்டியில் தணித்து, இரஸக்கிண்ணத்தை யெடுத்துவிட, தண்ணீர் வெகு ஆவேசத்துடன் உட்புகுந்து ஜாடியைத் தெரிக்கச் செய்தாலுஞ் செய்யும். அமோனியா கரைந்த விலயனம் க்ஷாரகுணம் பொருந்தியது. ஆனால் விலயனத்தைக் கொதிக்கவைக்க, அமோனியா எல்லாம் ஆவியாய்ப் பரிணமித்து விடும். விலயனத்தில் அமோனியா அதிகரித்துக்கொண்டே போக, விலயனத்தின் திண்மைகுறைந்துகொண்டே வரும். அமோனியா தண்ணீரில் கரைய, சூடு வெளிப்படும். ஆனால் அமோனியா-திராவகத்தை ஒரு போகணியிலெடுத்து, ஒரு இலேசான பலகைமேல் சில சொட்டுத் தண்ணீரை விட்டு அதன்மேல் போகணியை வைத்து, உதைதுருத்தியினுதவியால் விலயனத்திற்குள் காற்றை விரைவாய்க் கொப்பளிக்கச் செய்ய, அங்குண்டாகுங் குளிர்ச்சியானது போகணிக்கும் பலகைக்கும் மத்தியிலுள்ள தண்ணீரை உறையச்செய்யும். போகணியைக் கவனமாக மேலே தூக்க, பலகையும் அதனுடன் ஒட்டிக்கொண்டேவரும். போகணியைத் தொட்டுப்பார்க்க ஜில்லென்றிருக்கும்.

[1] 0·88 திண்மையுள்ள அமோனியா-திராவகத்தில் 35% அமோனியா கரைந்துநிற்கும்.

திரவ அமோனியா வாயுவாக மாறுஞ்சமயத்தில் குளிர்ச்சியுண்டாகிறது என்ற குணத்தைக்கொண்டு அதைப் பனிக்கட்டி செய்யும் யந்திரங்களிலும் குளிர்விக்கும் யந்திரங்களிலும் சீதளப்பெட்டிகளிலும் (Refrigerators) உபயோகிக்கிறார்கள். (CO_2, SO_2 இவைகளையும் உபயோகப்படுத்தலாம்.)

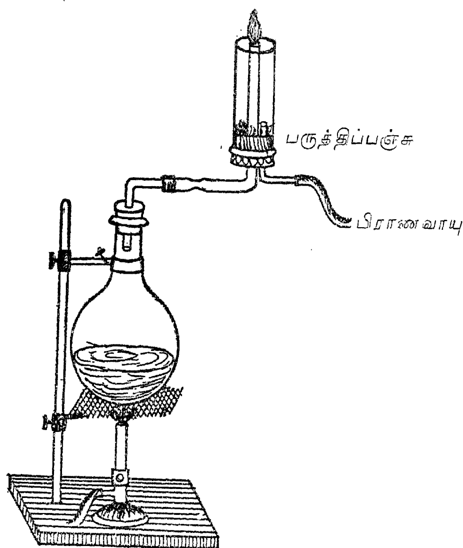


அமோனியாவினுதவிகொண்டு பனிக்கட்டி தயாரித்தல்

படம் 124

124-வது படத்தில் காட்டியபடி. அமோனியாவை வாதபூரக யந்திரங்கொண்டு அமுக்கி, அமுக்கப்பட்ட வாயுவைத் தண்ணீர்த்தாரைகளால் குளிர்விக்கப்பட்ட குழாய்க்குள் செலுத்த, வாயு திரவமாக மாறும். அதை நீண்ட சுருள் குழாய்களின் வழியே செல்லவிட, அது ஆவியாய் மாறிப் பருக்கும். சுருள் குழாய்கள் உப்புத்தண்ணீர்த்

தொட்டிகளுள் அமைக்கப்பட்டிருப்பதால், உப்புத்தண்ணீர் 0° ச-க்கு குறைவான சீதள நிலையை அடையும். உப்புத் தண்ணீருக்குள் வைக்கப்பட்டிருக்கும் குவளைகளிலுள்ள சுத்த ஜலம் பனிக்கட்டியாக மாறும்.



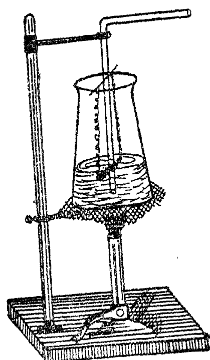
அமோனியாவைப் பிராணவாயுவில் எரித்தல்

படம் 125

ரஸாயன குணங்கள் :—அமோனியா காற்றில் எரியுந் தன்மையுடையதல்ல. ஆனல் பிராணவாயுவில் மஞ்சள் நிறமுள்ள சுடருடன் எரியும். தண்ணீர், பாக்கிய ஜனகம், சிறிதளவு பாக்கியஜனகப் பிராணைகள் இவைகளே அவ்விகாரத்தில் ஏற்படும் விளைவுப்பொருள்கள். 125-வது படத்தில் காட்டியபடி உபகரணத்தை ஜோடித்து, அமோனியா-திராவகத்தைச் சூடு செய்து, பக்கக்குழாய்வழியாய்ப்

பிராணவாயுவைச் செலுத்தி, அமோனியா வெளியேறும் நுனியைக் கொளுத்திவிட, அமோனியா எரியும்.

அமோனியா—பிராணவாயுக்கலவையைப் பழுக்கக் காய்ந்த கருப்புப் பிளாடினத்திற்குமேற் செலுத்த, பாக் கியகாமிலமுண்டாகும் (ஆஸ்ட்வால்ட் Ostwald) தன் மையின் பயனாகவே இக்காலத்தில் வியாபார முறைகளில் அதிக அளவில் பாக்கியகாமிலந் தயாரிக்கப்பட்டுவருகிறது.



பிளாடினங்கொண்டு அமோனியாவைப் பிராணீகரித்தல்

படம் 126

பிளாடினத்தை ஸ்பர்சகர்த்தாவாகக்கொண்டு, அமோனியா பிராணீகரத்திற்குள்ளாகிறதென்பதைக்காட்ட, பின் வருஞ் சோதனையைச் செய்யலாம். போகணியிலுள்ள வெதுவெதுப்பான அமோனியாத் திராவகத்தின் வழியே பிராணவாயுவை வளைந்த குழாய்மூலம் அனுப்பவும் (126-வது படம்). ஒரு பிளாடினக் கம்பிச் சுருளைப் புன் ஸன் சுடரில் சூடுசெய்து போகணிக்குள் தணிக்க, கம்பி சிவக்கும்; சுடருங் காணப்படும். பிராணவாயு அதிகமா

யிருந்தால் சில வெடிப்புகளுமுண்டாகும். அமோனியா-பிராணவாயுக் கலவையைக் கொளுத்திவிட அது வெடிக்கும்.



$$4NH_3+3O_2 \rightarrow 2N_2+6H_2O$$

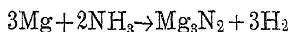
அமோனியாவை, அமோனிய-பாக்கியமிகஜமாகவும், பாக்கியசஜமாகவும் அப்ஜ-பர-பிராணையாகவும் ஓஸோன் விருத்தி செய்யும்.

அமோனியா அதிகச் சூட்டினாலும் மின்பொறிகளாலும் அதிலுள்ள தனிப்பொருள்களாக விபாகிக்கும்.



$$2NH_3 \rightarrow N_2+3H_2$$

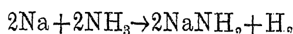
அமோனியாவில் சில உலோகங்களைச் சூடு செய்ய உலோகபாக்கியஜனைகள் உண்டாக அப்ஜனகம் வெளிவரும்.



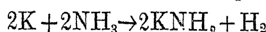
$$3Mg+2NH_3 \rightarrow Mg_3N_2+3H_2$$

கால்ஸிய, மாக்னீஸிய, அலுமினிய பாக்கியஜனைகள் (Ca_3N_2, Mg_3N_2, Al N) நீர்வியோகமடைந்து அமோனியாவையும் உலோக அப்ஜ-பிராணைகளையுங் கொடுக்குமென்று முன்பே கவனித்திருக்கிறோம்.

சூடான ஸோடியம் அல்லது பொட்டாஸியத்திற்கு மேல் (300°—400°) ஈரமற்ற அமோனியாவைச் செலுத்த ஸோடமைட் (Sodamide) அல்லது பொட்டாஸமைட் (Potassamide) உண்டாகும்



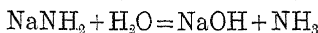
$$2Na+2NH_3 \rightarrow 2NaNH_2+H_2$$



$$2K+2NH_3 \rightarrow 2KNH_2+H_2$$

இவ்விகாரத்தில் ஓர் உலோகம் அமோனியாவிலிருந்து அப்ஜனகத்தை விலக்குவதைக் கவனிக்கவும்; அமோனியா வாயு இங்கு அமிலகுணத்தைக் காட்டுவது குறிக்கத் தகுந்தது. ஸோடமைட் 155°ச.-ல் உருகும் ஒரு வெண்

மைப் பொருள். அது தண்ணீருடன் சேர, நீர்வியோகம் ஏற்படும்; அமோனியாவும் ஸோடாக்ஷாரமுமுண்டாகும்.

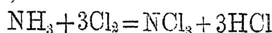


$$NaNH_2 + H_2O = NaOH + NH_3$$

சில உலோக உப்புக்கள் தண்ணீரணுக்களுடன் (ஸ்படிக நீர்) சேர்ந்திருப்பதுபோல், பல உலோக உப்புக்கள் அமோனியாவுடன் சேர்ந்து திடப்பொருள்களைக் கொடுக்கின்றன. (உ-ம்) $2AgCl\ 3NH_3$ (20°), $AgCl\ 3NH_3$, (15°), $CaCl_2\ 2NH_3$, $CaCl_2\ 4NH_3$, $CaCl_2\ 8NH_3$, $CuSO_4\ 4NH_3$, $CuSO_4\ 2NH_3$, $CuSO_4\ NH_3$, முதலியவை. ஒரு அலுமினிய-ஹரிதகை அணுவுடன் ($AlCl_3$), 1, 3, 5, 6, 9. அணுக்கள் அமோனியா (NH_3) சேர்ந்து 5 விதச்சேர்க்கைப்பொருள்களைத் தரும்.

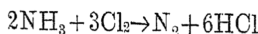
ஹரிதகத்துடன் ஏற்படும் விகாரம் :—

அதிக அளவு ஹரிதகத்துடன் விகாரிக்குங்கால், அமோனியா பாக்கியஜனக-த்ரி-ஹரிதகையாக NCl_3 (Nitrogen trichloride) மாறும். (இதைப்பற்றிப் பின்னர் பார்க்கவும்.)



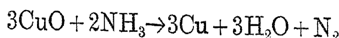
$$NH_3 + 3Cl_2 = NCl_3 + 3HCl$$

அமோனியா அதிகமிருக்க, ஹரிதகம் அதை முற்றிலும் பிரித்துவிடும்.



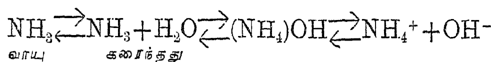
$$2NH_3 + 3Cl_2 \rightarrow N_2 + 6HCl$$

மிகுதியுள்ள அமோனியா அமிலத்துடன் கலந்து அமோனிய-ஹரிதகையைக் கொடுக்கும். உப-ஹரிதசஜங்களும், உப-இரக்தசஜங்களும், சலவைச் சூரணமும் அமோனியாவைப் பாக்கியஜனகமாக மாற்ற வல்லமையுடைய வர்த்தனிகள். எனவே, இங்கு அமோனியா ஒரு க்ஷயகாரிபோல் நடிக்கிறது. தாமிரம், அயம், இரஜதம் முதலிய உலோகங்களுடைய பிராணைகளுடன் அமோனியா விகாரித்து அவற்றை உரிய உலோகங்களாகக் குறைக்கும்.



$$3CuO + 2NH_3 \rightarrow 3Cu + 3H_2O + N_2$$

அமோனியா வாயுவை க்ஷாரமென்று கருதலாகாது. ஏனெனில் அது அமிலங்களுடன் நேரே கலந்து உரிய உப்புக்களைக் கொடுக்கிறது; அவ்விகாரங்களில் தண்ணீர் விளைவதில்லை. $NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$. ஆகையால் அமோனியா ஒரு நிர்ஜல-க்ஷாரம் (basic anhydride). அமோனியா தண்ணீரிற் கரைய அமோனிய-அப்ஜ-பிராணை (Ammonium Hydroxide) யாகிய க்ஷாரமுண்டாகும். அமோனிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனம் பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணையின் குணங்களையொத்திருக்கும். அது லிட்மஸ்தாளை நீலமாகவும், (குளி) மஞ்சள்பூசிய தாளைப் பழுப்பாகவும் மாற்றும்; அவ்விலயனம் மின்சாரவாஹி. அதன் சங்கேதம் NH_4OH. "அமோனியம்" NH_4 என்ற மூலம் ஓர் உலோகம்போல் நடிப்பதுபற்றியே அப்பெயர் கொடுக்கப்பட்டது. அமோனியா கரைந்த நீர்விலயனத்தில் அமோனியாவும் (NH_3), அமோனிய-அப்ஜ-பிராணையும் (NH_4OH) உள. விலயனத்திலிருந்து அமோனியாவை (NH_3) க்ளோரோபாம் கொண்டு பிரித்தெடுத்துவிடலாம். அமோனிய-அப்ஜ-பிராணை ஒரு பலங்குறைந்த க்ஷாரம். விலயனத்தில் அமோனியா மூலமும் $(NH_4)^{\cdot}$ அப்ஜ-பிராணை மூலமும் (OH') சிறிதளவிலிருக்கும். விலயனத்தில் லிட்மஸ் நீலமாவதும் (ஈரமற்ற அமோனியா வாயு லிட்மஸ் நிறத்தை மாற்றாது), விலயனம் மின்சாரவாஹியாயிருப்பதும், விலயனம் பல உலோக-அப்ஜ-பிராணைகளை அவபதிப்பதும் (கீழே பார்க்கவும்) விலயனத்தில் அப்ஜ-பிராணை மூல மின்னணுக்களினிருப்பை அறிவிப்பவையாகும். பூரித விலயனத்துடனிருக்கும் அமோனியா மண்டலத்திற்குரிய சாமியஸ்திதியைக் கீழே கண்டவாறு சமீகரிணிக்கலாம்.



$$\underset{\text{வாயு}}{NH_3} \rightleftarrows \underset{\text{கரைந்தது}}{NH_3} + H_2O \rightleftarrows (NH_4)OH \rightleftarrows NH_4^{+} + OH^{-}$$

அமோனிய-ஹரிதகை விலயனத்தில் ஸோடிய ரஸக்கலவையைப் (10% Na) போட, அந்த இரஸக்கலவை

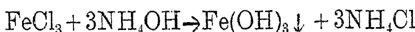
நொதித்து மிதக்கும். அதை அமோனிய-ரஸக்கலவை (Ammonium Amalgam) என்று சிலர் கருதுகின்றனர். அதைத் தண்ணீரில்போட அப்ஜனகம் வெளிவரும். இது ஸோடிய-ரஸக்கலவைபோலிருக்கிறதல்லவா? இச் சோதனையிலே இரஸம் ஏதோ ஒரு பொருளோடு கலந்த தென்பது வெளிப்படை. இரஸம் ஏதாவதொரு உலோக மற்ற தனிப்பொருளோடு கூடினால் உலோகத்திற்குரிய இலட்சணங்கள் ஐக்கியப்பொருளில் காணப்படமாட்டா. ஆனால் இச்சோதனையிலுண்டாகிய இரஸக்கலவைக்கோ உலோக இலட்சணங்கள் உண்டு. ஆகையால் இரஸத் தோடு கூடினது உலோகத்திற்குச் சமானமானதென்றே கருதப்படவேண்டியிருக்கிறது. ஆகையால் NH_4 மூலத் திற்கு 'அமோனியம்' என்று பெயரளிக்கப்பட்டது.

1909-ம் வருஷத்தில் ரூபெர்ட் (Rupert) என்பவர் அமோனியா-தண்ணீர்க்கலவையினின்று அதிகக் குளிர்ந்த நிலையில் சுத்தமான அமோனிய-அப்ஜ-பிராணையை, NH_4OH, நிறமற்ற ஸ்படிகத் திடப்பொருளாகத் தயாரித் தார். அது—79°ச-ல் உருகும்; உஷ்ணம் அதிகப்பட எளிதில் விபாகிக்கும். அமோனிய-பிராணை $(NH_4)_2O$ (Ammonium oxide) என்பதும் அதிகக் குளிர்ந்த நிலையில் ஒரு திடப்பொருளாக அடையப்பட்டிருக்கிறது. இவ்விரு பொருள்களை அமோனியாவின் திட நீர்ப்பொருள்கள் (solid hydrates) என்று கருதி அவற்றை முறையே $NH_3 \cdot H_2O$, $2NH_3 \cdot H_2O$ என்ற சங்கேதங்களால் குறிப்பிடு வதுண்டு.

அமோனியா விலயனம் க்ஷாரகுணமுடையதென்பது, (1) அது லிட்மஸை நீலமாக்குவதாலும், (2) அது சில அமிலஜ விலயனங்களுடன் விகாரித்து, உரிய உலோக அப்ஜ-பிராணைகளை அவபாதிக்கச் செய்வதாலும், (3) அமிலங்களுடன் விகாரித்து அமோனிய உப்புக்களைக் கொடுப்பதாலும் வெளியாகிறது.

1. உதாரணமாக :—

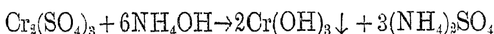
அமோனியா விலயனத்தை அயிக-ஹரிதகை, அலுமீனிய-கந்தகிகஜம், கிரோமிக-கந்தகிகஜம், மாக்னீஸிய-கந்தகிகஜம் முதலிய உப்புக்களின் விலயனங்களுடன் சேர்க்க, முறையே சிவந்த பழுப்பு நிறமுள்ள அயிக-அப்ஜ-பிராணை $Fe(OH)_3$, கோழைபோன்ற சிறிதுவெளுத்த அலுமீனிய-அப்ஜ-பிராணை $Al(OH)_3$, அழுக்குப் பச்சை நிறமுள்ள கிரோமிக-அப்ஜ-பிராணை $Cr(OH)_3$, சிறிது வெளுத்த மாக்னீஸிய-அப்ஜ-பிராணை $Mg(OH)_2$ என்பன அவபதிக்கும்.



$$FeCl_3 + 3NH_4OH \rightarrow Fe(OH)_3 \downarrow + 3NH_4Cl$$



$$Al_2(SO_4)_3 + 6NH_4OH \rightarrow 2Al(OH)_3 \downarrow + 3(NH_4)_2SO_4$$



$$Cr_2(SO_4)_3 + 6NH_4OH \rightarrow 2Cr(OH)_3 \downarrow + 3(NH_4)_2SO_4$$



$$MgSO_4 + 2NH_4OH \rightarrow Mg(OH)_2 \downarrow + (NH_4)_2SO_4$$

எந்த உலோகத்தின் அப்ஜ-பிராணை கரையாததோ அதை, அமோனியா விலயனங்கொண்டு அவபதிக்கும்படி செய்யலாம். ஆனால் அவ்விதம் அவபதித்தவைகளில் சில அப்ஜ-பிராணைகள் அதிக அமோனியா விலயனஞ் சேர்க்கப்பட்டால் கரைந்துவிடும். (உ-ம்) இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்தில் அமோனியா விலயனத்தில் சில சொட்டுக்களைச் சேர்க்க, இரஜத-அப்ஜ-பிராணை அவபதிக்கும். அத்துடன் அதிக அமோனியா விலயனத்தைச் சேர்க்க, அது கரைந்துவிடும். அங்கு $Ag(NH_3)_2NO_3$ என்ற ஒரு அமிலஜச் சேர்க்கை யுண்டாகும். அதேவிதமாக, தாமிர-கந்தகிகஜ விலயனத்தில் முதலில் வெளுத்த நீலநிறமுள்ள அவபதிதம் $[Cu(OH)_2]$ உண்டாகி, அது அதிக அமோனியா விலயனத்திற் கரைந்து $[Cu(NH_3)_4SO_4]$ நல்ல நீலவர்ணமுடைய விலயனத்தைக் கொடுக்கும். சில சமயங்களில், அமிலஜ விலயனத்துடன் அமோனிய-ஹரிதகை விலயனஞ் சேர்க்கப்பட்டுப் பின்பு அமோனியா விலயனஞ் சேர்க்கப்பட்டால், அவபதிதம் ஏற்படுவதில்லை. அமோனிய-ஹரிதகை இருக்குஞ் சமயத்தில், நாகம், மாங்கன

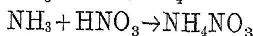
ஜம் (கோபதம், நிக்கலம்) மாக்னீஸியம் இவைகளினுடைய அப்ஜ-பிராணைகள் அவபதிக்கமாட்டா. இதன் காரணம் மின்னணு சங்கல்பம் என்னுமத்தியாயத்தில் 492-493-ம் பக்கங்களில் குறிப்பிடப்பட்டிருக்கிறது.

இக்குணங்கொண்டே, அமிலஜங்களிலுள்ள உலோக மூலங்களைக் கண்டுபிடிக்க சில ஜாதி விச்லேஷணமுறைகள் அனுசரிக்கப்பட்டுவருகின்றன. நீரிட்ட அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலம், அப்ஜனக-கந்தகை, அமோனிய-ஹரிதகை, அமோனியா விலயனம், அமோனிய-இங்காலிகஜம் இவ்வைந்து பிரதிகாரகங்களைக்கொண்டு உலோகமூலத்தை அறியலாம். ஜாதி விச்லேஷணமுறைகளைப்பற்றி இவ்வத்தியாயத்தின் கடைசியில் சற்று விரிவாகக் குறிப்போம்.

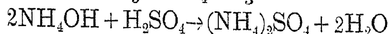
2. அமோனியா வாயுவோ, அமோனியா விலயனமோ, அமிலங்களுடன் விகாரித்து அமோனிய உப்புக்களைக் கொடுக்கும்.



$$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$$



$$NH_3 + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$$



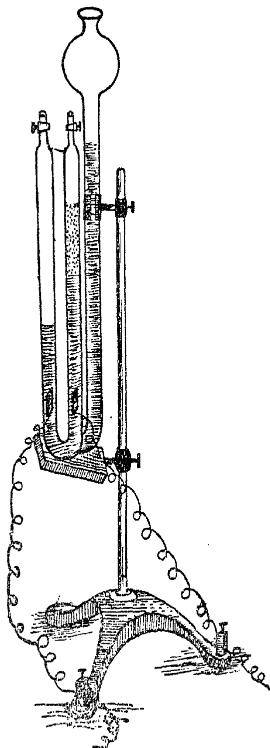
$$2NH_4OH + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4 + 2H_2O$$

ஸோடிய, பொட்டாஸிய உப்புக்களைப்போல், அமோனிய உப்புக்கள் யாவுந் தண்ணீரிற் கரையும். விலயனங்களைச் சூடுசெய்ய, சிறிதளவு வியோகம் ஏற்படும். சில அமோனிய உப்புக்களைச் சூடுசெய்ய அமோனியாவும் அமிலமும் உண்டாகும். எந்த அமோனிய உப்பையும் க்ஷாரங்களுடன் சேர்த்துச் சூடுசெய்ய அமோனியாவாயு வெளியேறும்.

அமோனியாவின்-சங்கலனம்

ஜாதி விச்லேஷணம் :—சூடான தாம்ரிக-பிராணையின்மேல் அமோனியாவைச் செலுத்த, பாக்கியஜனகமும் தண்ணீரும் உண்டாகும். ஆகையால், அமோனியாவில் பாக்கியஜனகமும் அப்ஜனகமும் இருக்கவேண்டுமென்று தெரியவருகிறது. அப்ஜனகமும் பாக்கியஜனகமுஞ் சேர்ந்த

கலவையை மின்பொறிகளால் தாக்க, அமோனியா உண்டாகும். இந்த வியோக ஸம்யோக முறைகள், அமோனியா, பாக்கியஜனகமும் அப்ஜனகமுஞ் சேர்ந்த பொருளென்று விளக்குகின்றன.



அமோனியாவின் சங்கலனம். வித்யுத் விச்லேஷண முறை

படம் 127

பிரமாண விச்லேஷணம் :—

(1) சிறிதளவு அமோனிய-கந்தகிகஜஞ் சேர்ந்த சுண்டின அமோனியாத் திராவகத்தை 127-வது படத்தில் காட்டிய வித்யுத்-உபகரணத்தில் எடுத்து மின்சாரத்தைச் செலுத்த, ருணதுருவத்திற்குமேல் மூன்றுபங்கு அப்ஜனகமும் தனதுருவத்திற்குமேல் ஒரு பங்கு பாக்கியஜனகமும் சேரும்.

(2) ஒரு வாயு லக்ஷண மானியில் இரஸத்தின் வழியாய்ச் சிறிதளவு அமோனியா வாயுவைப் புகவிட்டு, திருகு அடைப்பானை மூடவும். இரண்டு புஜங்களிலும் இரஸமட்டம் ஒன்ருய் இருக்கச் செய்தபின் வாயுவை மின்பொறிகொண்டு தாக்கவும். சோதனைக்கு முன்னும் பின்னுமுள்ள பருமன்களைக் குறிக்கவும். விகாரத்தின் முடிவில் பருமன் இரட்டித்திருக்கும். வாயுக்கலவையிலுள்ள அப்ஜனகத்தின் அளவை, தெரிந்த அளவில் (அதிகமாக) பிராணவாயுவைக் கலந்து வெடிக்கவிட்டுக் குன்றுதலின் பிரமாணத்தைக் குறித்தலால் அறியலாம்.

எடுத்துக்கொண்ட அமோனியா $=10$ க.ச.மீ.

மின்பொறிகளால் தாக்கியபின் பருமன் $=19{\cdot}9$ க.ச.மீ.

பிராணவாயு சேர்த்தபின் பருமன் $=72{\cdot}3$ க.ச.மீ.

வெடித்தபின் பருமன் $=49{\cdot}9$ க.ச.மீ.

பருமனில் குன்றுதல் $=22{\cdot}4$ க.ச.மீ.

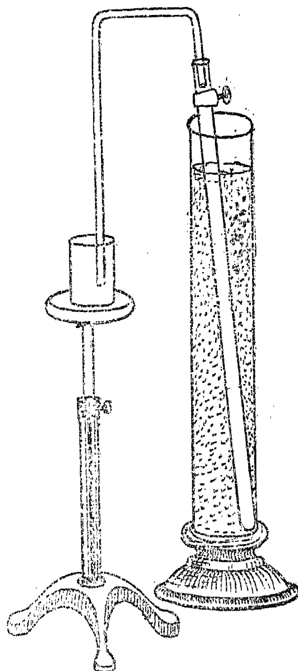
அப்ஜனகத்தினளவு $=22{\cdot}4\times\frac{2}{3}=14{\cdot}9$ க.ச.மீ.

$14{\cdot}9$ க.ச.மீ அப்ஜனகத்துடன் சேர்ந்திருந்த பாக்கியஜனகத்தின் பருமன் $=19.9-14.9=5$ க.ச.மீ.

அமோனியாவில் (பரும அளவில்)

பாக்கியஜனகம் : அப்ஜனகம் : : 1 : 3.

(3) 128-வது படத்தில் காட்டியபடி, புனலும் திருகு அடைப்பானும் அமைந்துள்ள நீளக்குழாயை யெடுத்து அதில் அமோனியாவைச் சேகரித்துக்கொள்ளவும். குழாயை மற்றுமொரு குழாயிலுள்ள தண்ணீரில்

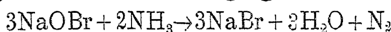


அமோனியாவின் சங்கலனம்

படம் 128

வைத்து, புனலில் ஸோடிய-உப-இரக்தசஜ விலயனத்தை ($NaOH + Br_2$) எடுத்து, அடைப்பானை ஜாக்கிரதையாகத் திறந்து, விலயனம் முக்கால்வாசி உட்சென்றதும் அடைப்பானை மூடிவிடவும். விகாரத்தில் சூடு வெளிவரும்;

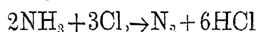
நுரைத்தலும் உண்டாகும். உள்ளிருக்கும் அமுக்கநிலை குறையும். புனலில் தண்ணீரையெடுத்து அடைப்பானைத் திறந்து, அது உள்ளே விழும் அளவுவரையில் சேர்க்கவும். குழாயை வாய்கீழாகத் தண்ணீரிலமுக்கி, உட்பக்கத்திலும் வெளிப்பக்கத்திலும் நீர்மட்டத்தைச் சமமாக்க, உள்நிற்கும் வாயு விகாரத்திற்கு முன்னிருந்த அமோனியா வாயுவின் பருமனில் பாதியளவாகவிருக்கும்.



$$3NaOBr + 2NH_3 \rightarrow 3NaBr + 3H_2O + N_2$$

ஆகையால் ஒரு பரும அளவு அமோனியாவில் $\frac{1}{2}$ பரும அளவு பாக்கியஜனகமிருக்கிறது.

(4) ஹோப்மான் முறை :—மேற்கண்ட நீண்ட குழாயையெடுத்து அதில் ஹரிதகத்தைச் சேகரித்துப் புனலில் அமோனியாத் திராவகத்தையெடுத்து, சோதனையை முன்போல் திருப்பிச்செய்யவும். அமோனியா உட்செல்ல, பச்சைநிறமுள்ள வெளிச்சம் தோன்றும். வெள்ளைப்புகையும் உண்டாகும் (NH_4Cl). தண்ணீர் மட்டத்தைச் சமமாக்கியபிறகு, மீதிநிற்கும் பாக்கியஜனகம் முன்னிருந்த பருமனில் மூன்றில் ஒருபங்காகக் காணப்படும்.



$$2NH_3 + 3Cl_2 \rightarrow N_2 + 6HCl$$

அமோனியாவிலுள்ள அப்ஜனகம் ஹரிதகத்துடன் சேர, அப்ஜனக-ஹரிதகையுண்டாகி, அமோனியாவுடன் கலந்து, அமோனிய-ஹரிதகையாக மாறித் தண்ணீரிற் கரைந்துவிடும். ஏற்கனவே குழாயில் மூன்று பரும அளவு ஹரிதகம் இருந்தது. அது 3 பரும அளவு அப்ஜனகத்துடன் சேர்ந்து அப்ஜனக-ஹரிதகையாக மாற வேண்டும். அது கரைந்துவிடுவதால், மீதிநிற்கும் பருமனைப் பாதிக்கமாட்டாது. ஆகையால் 3 பரும அப்ஜனகம் ஒரு பரும பாக்கிய ஜனகத்துடன் சேர்ந்து அமோனியாவைக் கொடுக்கிறதென்று தெரிந்துகொள்கிறோம்.

எல்லாச் சோதனைகளிலுந் தெரிந்தவிஷயங்களைக் கவனிக்க,

1 பரும பாக்கியஜனகம் + 3 பரும அப்ஜனகம் = 2 பரும அமோனியா. அவகாட்ரோ நியாயத்தின்படி 1 அணு பாக்கியஜனகம் + 3 அணு அப்ஜனகம் = 2 அணு அமோனியா.

1 பரமாணு பாக்கியஜனகம் + 3 பரமாணு அப்ஜனகம் = 1 அணு அமோனியா.

∴ அமோனியாவின் சுலப சங்கேதம் = NH_3

அணுசங்கேதம் N_2H_6, N_3H_9......$(NH_3)\times$ ஆக இருக்கலாம். ஆனால் அமோனியாவின்

ஆவிதிண்மை = 8·5(H = 1)

∴ அதன் அணுபாரம் = 2 × 8·5 = 17.

சுலப சங்கேதத்தின் பாரம் = 17

∴ சுலப சங்கேதம் = அணுசங்கேதம் = NH_3.

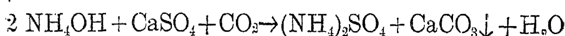
(5) அமோனியாவைச் சூடான தாம்ரிக-பிராணை மேற்செலுத்தி, விகாரத்தில் விளையுந் தண்ணீரையும் பாக்கியஜனகத்தையும் அளவிட, 14·01 கி. பாக்கியஜனகம் 3·02 கி. அப்ஜனகத்துடன் சேரும் என்பது தெரியவரும்.

சில முக்கிய அமோனிய உப்புக்கள்

அமோனிய-கந்தகிகஜம் $(NH_4)_2SO_4$ (Ammonium Sulphate)

அதுவே வியாபாரத்திற்குத் தயாரிக்குமுப்புகளில் முக்கியமானது. அது வயல்களுக்கு உரமாக உபயோகிக்கப்படுகிறது. மற்ற அமோனிய உப்புக்கள் அதிலிருந்தே தயாரிக்கப்படுகின்றன. இங்கிலாந்தில்மட்டும் 400,000 டன் உப்பு உப விளைவாக ஒவ்வொரு வருஷத்திலும் அடையப்படுகிறது. நிலக்கரி வாயு தயாரிக்குந் தொழிற்சாலைகளில் உண்டாகும் அமோனிய- நீருடன் (Ammoniacal liquor) கந்தகிகாமிலத்தைச் சேர்த்து அமோனிய-கந்தகிகஜம் தயாரிக்கப்படுகிறது. இன்னும் நன்றாய்ப்

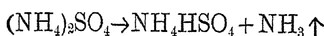
பொடிசெய்த ஈரமற்ற கால்ஸிய-கந்தகிகஜத்தாதுவைச் (anhydrite) செயற்கைமுறையில் தயாரித்த பூரித அமோனியா விலயனத்தில் தொங்கவிட்டுக் கரியமிலவாயுவை அவ் விலயனத்திற் செலுத்தி, அமோனிய-கந்தகிஜத்தைத் தயாரிக்கலாம்.



$$2\ NH_4OH + CaSO_4 + CO_2 \rightarrow (NH_4)_2SO_4 + CaCO_3\downarrow + H_2O$$

கால்ஸிய-இங்காலிகஜத்தை வடிகட்டிப் பிரித்து விலயனத்தைச் சுண்டக்காய்ச்சி ஸ்படிகீகரணமுறையால் அதை அடையலாம். அந்த உப்பே மற்றவைகளைவிட நிலையுள்ளது.

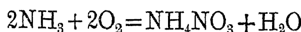
ஜாக்கிரதையாய்ச் சூடுசெய்ய அது 320°சல் அமோனிய-அப்ஜனக-கந்தகிகஜமாகவும் அமோனியாவாகவும் முற்றிலுந் திட்டமாக மாறும்.



$$(NH_4)_2SO_4 \rightarrow NH_4HSO_4 + NH_3\uparrow$$

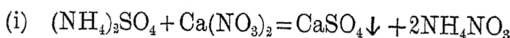
அமோனிய-பாக்கியமிகஜம் NH_4NO_3 (Ammonium Nitrate)

அமோனியா விலயனத்துடன் பாக்கியகாமிலத்தைச் சேர்த்துத் தொழில் முறையில் இதைத் தயாரிக்கிறார்கள். ஆஸ்ட்வால்ட் முறையையொட்டி அமோனியாவைப் பிராணீகரண முறையால் பாக்கியமிகஜமாக மாற்றுகிறார்கள்.

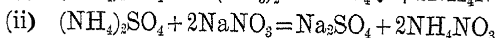


$$2NH_3 + 2O_2 = NH_4NO_3 + H_2O$$

அமோனிய-கந்தகிகஜத்தைக் கால்ஸிய அல்லது ஸோடிய பாக்கியமிகஜத்துடன் விகாரிக்கச் செய்தும் அவ்வுப்பு தயாரிக்கப்படுகிறது.



(i) $(NH_4)_2SO_4 + Ca(NO_3)_2 = CaSO_4\downarrow + 2NH_4NO_3$



(ii) $(NH_4)_2SO_4 + 2NaNO_3 = Na_2SO_4 + 2NH_4NO_3$

முதல் முறையில் கால்ஸிய-கந்தகிகஜம் அவபதித்துவிடும். இரண்டாவதில், ஸோடிய-கந்தகிகஜம் சூடான விலயனத்திலிருந்து ஸ்படிகரித்துவிடும்; விலயனங்

குளிர்ந்தபிறகு அமோனிய-பாக்கியமிகஜம் வெளிவரும். இது ஒரு நல்ல உரம். இது தண்ணீரில் எளிதிற் கரையும். இது ஆகாச வாணங்களையும், வெடிமருந்துகளையுந் தயாரிப்பதற்கு உபயோகப்படுகிறது. அம்மோனல் (Ammonal) என்று சொல்லப்படும் வெடிமருந்தில் அமோனிய-பாக்கியமிகஜமும் அலுமீனியப் பொடியுமிருக்கின்றன. அமோனிய-பாக்கியமிகஜமும் ட்ரைநைட்ரோடோலுயீனும் (Trinitrotoluene or T. N. T.) சேர்ந்த கலவைக்கு அமெடால் (Amatol) என்று பெயர். அது ஒரு கொடிய வெடிமருந்து. அமோனிய-பாக்கியமிகஜம் உஷ்ணமுட் கொண்ட பொருளாகையாலும் ஒரு நல்ல வர்த்தனியாகையாலும் இவ்வெடிமருந்துகளிலுபயோகிக்கப்படுகிறது. ஜெர்மனியிலுள்ள ஒப்பாவு (Oppau) என்னுமிடத்தில் 1922-ம் வருஷம் ஏற்பட்ட வெடியின் சப்தம் லண்டன் நகரத்தில்கூடக் கேட்கப்பட்டதாம். அமோனிய-பாக்கியமிகஜமே அம்மகா விபத்திற்குக் காரணமாய் நின்றது. அமோனிய-பாக்கியமிகஜத்தைச் சூடு செய்ய, பாக்கியச-பிராணையும் தண்ணீருமுண்டாகும்.

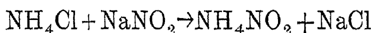


$$NH_4NO_3 \rightarrow N_2O + 2H_2O$$

அவ்விகாரத்தில் வெடிப்பும் ஏற்படலாம். அவ்வுப்பும் பனிக்கட்டியுஞ் சேர்ந்த கலவை ஒரு நல்ல உறைமிச்ரம்.

அமோனிய-பாக்கியசஜம் NH_4NO_2 (Ammonium Nitrite)

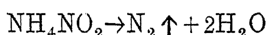
சுண்டின அமோனிய-ஹரிதகை விலயனத்தையும ஸோடிய-பாக்கியசஜ விலயனத்தையு மொன்றுசேர்த்துக்



$$NH_4Cl + NaNO_2 \rightarrow NH_4NO_2 + NaCl$$

குறைந்த அமுக்க நிலையில் வற்றவைத்து, நீர் முற்றிலும் பிரிந்தபின் உத்பதிக்கவிட்டு அமோனிய-பாக்கியசஜத்தைத் தயாரிக்கலாம். அல்லது, அமோனியா, பாக்கியமிக-

பிராணை, பிராணவாயு என்ற இம்மூன்றையும் குளிர்விக்கப்பட்ட கிரஹணீபாத்திரத்தில் செலுத்த, அமோனிய-பாக்கியசஜமுண்டாகும். இங்கு அமோனிய-பாக்கியமிகஜமும் உண்டாகும். அல்லது சிவந்த பாக்கியஜனக-பிராணையை நன்றாய்க் குளிர்விக்கப்பட்ட அமோனிய-இங்காலிகஜக் கட்டிகளுக்கிடையே செலுத்தி, விளைபொருளைச் சாராயத்திற் கரைத்து, விலயனத்தில் ஈதரைச் சேர்க்க, அமோனிய-பாக்கியசஜம் அவபதிக்கும். அது நீரை இழுக்கும் பொருள். வெகு எளிதில் பாக்கியஜனமாகவும், தண்ணீராகவும் வெடியுடன் விபாகிக்கக்கூடியது. சுத்தமான பாக்கியஜனகம் இம்முறையில் தயாரிக்கப்படலாமென்பதை முன்பே குறித்திருக்கிறோம்.



$$NH_4NO_2 \rightarrow N_2\uparrow + 2H_2O$$

அது கரைந்த விலயனத்தை 50°க்குச் சூடு செய்தால் பாக்கியஜனகம் வெளிவரும்.

அமோனிய-ஹரிதகை அல்லது நவச்சாரம் NH_4Cl (Ammonium Chloride)

தொழில் முறையில் அமோனிய-கந்தகிகஜத்தையும் ஸோடிய-ஹரிதகையையுஞ் சேர்த்துப் புடமிட்டாவது, அல்லது அவை கரைந்த விலயனத்திலிருந்தாவது அமோனிய-ஹரிதகை தயாரிக்கப்படுகிறது. விலயனத்திலிருந்து குறைந்த கரைமானமுடைய ஸோடிய-கந்தகிகஜமே முதலில் வெளிவரும். அதை வடிகட்டிப் பிரித்துவிட்டு, மீதியுள்ள விலயனத்திலிருந்து அமோனிய-ஹரிதகையைத் தயாரித்து, உத்பாதன முறையிலாவது, ஸ்படிகீகரண முறையிலாவது சுத்தி செய்யலாம். அமோனியாவும் அப்ஜனக-ஹரிதகையும் ஒன்று சேருஞ் சமயங்களிலெல்லாம் அமோனிய-ஹரிதகை வெள்ளைப்புகையாகத் தோன்றும் (இது இரண்டிற்கும் நல்ல சோதனை). அமோனிய-ஹரிதகை தண்ணீரில் கரைய, விலயனம் குளிர்ந்து

காணப்படும். அது ஒரு சிறந்த ஔஷதம். அது லெக்ளாஞ்சி கடிகளிலும் (Leclanche cells) வறட்டு-மின்குசையங்களிலும் (Dry Batteries) உபயோகிக்கப்படுகிறது. பற்றவைக்குஞ் சமயத்தில், அதிக உஷ்ண நிலையில் உலோகங்களைப் பிராணிகளாகாமல் தடுக்கும் பொருட்டும், பற்றவைக்கும் பொருள்களின் உருகு நிலையைக் குறைக்கும் பொருட்டும், உஷ்ணத்திலேற்படும் வியோகவிசேஷத்தில் விளையும் அப்ஜனக-ஹரிதகை தகடுகளிற் படிந்திருக்கும் பிராணிகளை எளிதில் ஆவியாய்ப் பறக்கக்கூடிய ஹரிதகைகளாக மாற்றிச் சுத்தமான உலோகபாகத்தை வெளிப்படுத்தும் பொருட்டும் அது உபயோகிக்கப்படுகிறது. கன்னார்கள் ஈயம் பூசும்பொழுது நவச்சாரத்தை உபயோகப்படுத்துவது நன்கு தெரிந்ததே. சாயந் தயாரிக்குந் தொழிலும், சீலைகளில் வர்ணப்பூ அச்சிடுவதிலும் அது உபயோகப்படுகிறது.

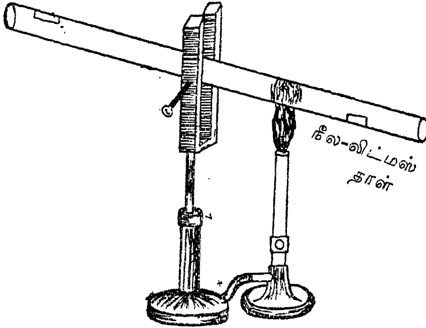
அதைச் சூடு செய்ய அது உருகாமல் உத்பதித்துக் குளிர்ந்த பாகங்களிற் படியும். அதன் ஆவி திண்மையிலிருந்து, அது சூடு செய்யப்பட, வியோகவிசேஷத்தை அடைகிறதென்று தெரியவருகிறது.



$$NH_4Cl \rightleftarrows NH_3 + HCl$$

இவ்வியோகவிசேஷம் சிறிதளவேனும் நீராவி இருந்தால் தான் (ஸ்பர்சகர்த்தா) ஏற்படும். இவ்வியோகவிசேஷத்தை நிதர்சனமாகப் பின்வரும் முறையால் காட்டலாம்.

ஒரு தகனக்குழாயின் நடுவில் சிறிதளவு கல்நாரை அடைத்துக் குழாயிற் சிறிதளவு அமோனிய-ஹரிதகையை எடுத்து, குழாயைச் சாய்வாக இரும்புத்தண்டின் பிடிப்பில் அமைக்கவும். உயர்ந்திருக்கும் நுனிபாகத்தில் நனைத்த சிவப்பு லிட்மஸ்தாளையும், தணிந்த பாகத்தில் நனைத்த நீல லிட்மஸ்தாளையும் உட்புறத்தில் வைக்கவும். அமோனிய-ஹரிதகையை நன்றாய்ச் சூடு செய்ய, அது வியோகிக்



அமோனிய-ஹரிதகையின் வியோக விசேஷம்

படம் 129

கும். அமோனியா வாயு இலேசானதால் மேல்நோக்கிச் சென்று சிவப்பு லிட்மஸ்தாளை நீலமாக்கும். பளுவான அப்ஜனக-ஹரிதகை கீழ்நோக்கிச் சென்று நீலலிட்மஸ் தாளைச் சிவப்பாக மாற்றும்.

அமோனிய-இரக்தகை NH_4Br (Ammonium Bromide)

அமோனியா விலயனத்தில் இரக்தகத்தைச் சேர்த்து இரண்டு நாட் கழித்து, விலயனத்தை வற்றக் காய்ச்ச, அமோனிய-இரக்தகை வெளிவரும். அது தூக்கமுண்டு பண்ணுவதற்கும், நரம்பு சம்பந்தமான வியாதிகளுக்கும் ஒரு ஔஷதமாக உபயோகப்படுகிறது.

அமோனிய-பாடலகை NH_4I (Ammonium Iodide)

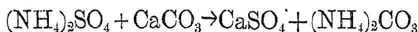
இதை அமோனிய-ஹரிதகையைப் போல் தயாரிக்கலாம். அது தண்ணீரில் அதிக அளவிற் கரையும்.

அமோனிய-காசாதை NH_4F (Ammonium Fluoride)

அமோனிய-கந்தகிகஜத்தை ஸோடிய-காசாதையுடன் சேர்த்துச் சூடு செய்ய இது உத்பதிக்கும். இது தண்ணீரிலும் சாராயத்திலுங் கரையும்.

அமோனிய-இங்காலிகஜம் $(NH_4)_2CO_3$ (Ammonium Carbonate)

அமோனிய-கந்தகிகஜத்தைப் பொடிசெய்த சுண்ணும்புக் கல்லுடன் கலந்து சூடுசெய்ய, அமோனிய-இங்காலிகஜம் அபக்குவமானதாக உத்பதித்துப் படியும்.



$$(NH_4)_2SO_4 + CaCO_3 \rightarrow CaSO_4 + (NH_4)_2CO_3$$

கரியமிலவாயுவும் அமோனியாவும், தண்ணீருடனிருக்க, ஒன்றுகூடிப் பல பொருள்களைத் தரும். தண்ணீரில்லாத சமயத்தில் அமோனிய-கார்பமேட் (Ammonium Carbamate (NH_2COONH_4) என்பது உண்டாகும். வியாபார இங்காலிகஜத்தில் அப்ஜனக-இங்காலிகஜமும் (NH_4HCO_3) கார்பமேட்டும் காணப்படும். வியாபார உப்பை அமோனியா விலயனத்தால் கவனமாகக் கழுவ, அசுத்தங்கள் கரைந்து விலகும்; நடுநிலை அமோனிய-இங்காலிகஜம் வெள்ளைக்கட்டியாக நிற்கும். சாதாரண நிலையிலேயே அதிலிருந்து அமோனியா வெளிப்பட்டுக் கொண்டேயிருக்கும். ஆனதுபற்றியே அதை லவண்டர் தைலத்துடன் சேர்த்து முகரும் உப்பாக (Smelling Salt) உபயோகிக்கிறார்கள். அமோனிய-இங்காலிகஜம் ஜாதிவிச்லேஷணமுறையில் ஒரு நல்ல பிரதிகாரகம்.

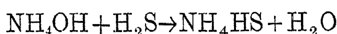
அமோனிய-அப்ஜனக-இங்காலிகஜம் NH_4HCO_3 (Ammonium Bicarbonate)

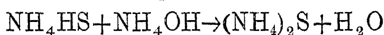
வியாபார அமோனிய-இங்காலிகஜத்தைச் சூடு செய்தாவது அல்லது நடுநிலையுப்பைச் சிறிதளவு தண்ணீருடன்

கலந்தாவது இதைத் தயாரிக்கலாம். இது மெதுவாக, அமோனியாவாகவும், கரியமிலவாயுவாகவும் நீராவியாகவும் மாறும். ஸோடிய-அப்ஜனக-இங்காலிகஜத்தைவிட அமோனிய-அப்ஜனக-இங்காலிகஜத்தின் (தண்ணீரில்) கரைமானம் அதிகமாயிருப்பதே ஸோடா-உப்பை ஸால்வே முறையில் தயாரிக்க முடிவதற்குக் காரணம். இதைப்பற்றிப் பின்னால் விவரிக்க நேரிடும்.

அமோனிய-கந்தகைகள் (Ammonium Sulphides)

அமோனியாவாயுவும் அப்ஜனக-கந்தகைவாயுவும் தண்ணீரில்லாத சமயத்தில் ஒன்றுசேர, அமோனிய-கந்தகையாவது $(NH_4)_2S$, அமோனிய-அப்ஜனக-கந்தகையாவது (NH_4HS), அவற்றுள் எவ்வாயு அதிகமாயிருக்கிறதோ அதற்குத்தக்கபடி, உண்டாகும். அமோனியா விலயனத்தை இரண்டு சமபாகமாகப் பிரித்துக்கொண்டு, ஒன்றில் அப்ஜனக-கந்தகையைப் பூரித விலயனமாகும்வரை செலுத்திப் பின்பு இரண்டு விலயனங்களையும் ஒன்று சேர்க்க அமோனிய-கந்தகை உண்டாகும்.

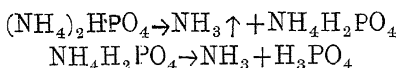

$$NH_4OH + H_2S \rightarrow NH_4HS + H_2O$$


$$NH_4HS + NH_4OH \rightarrow (NH_4)_2S + H_2O$$

அது விலயனத்திலும் திடஸ்திதியிலும் இளஞ் சூட்டிலேயே விபாகிக்கும். அமோனிய-கந்தகையும், அமோனிய-அப்ஜனக-கந்தகையும் காற்றுப்பட மெதுவாகப் பிராணீகரணத்திற்குள்ளாகிப் பஹு-கந்தகையாகவும், பின்பு கந்தகோ-கந்தகிகஜமாகவும் கந்தகிகஜமாகவும் மாறும். அமோனிய-கந்தகை விலயனத்தில் கந்தகங் கரைந்து மஞ்சள் நிறமுள்ள அமோனிய-பஹு-கந்தகைகளைக் (Ammonium Polysulphides) கொடுக்கும். அவைகள் திடஸ்திதியில் தயாரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மஞ்சள் அமோனிய-கந்தகை (Yellow Ammonium Sulphide) ஜாதி விச்லேஷண முறையில் உபயோகிக்கப்படுகிறது.

அமோனிய-பாஸ்பரிகஜங்கள்
(Ammonium Phosphates)

அமோனியா விலயனமும் பாஸ்வரிகாமிலமும் திட்டமான பல அளவில் ஒன்று சேர்ந்து, அமோனிய-துவி அப்ஜனக-பாஸ்வரிகஜத்தையும் $(NH_4)H_2PO_4$, துவி அமோனிய-ஏகஅப்ஜனக-பாஸ்வரிகஜத்தையும் $(NH_4)_2HPO_4$ த்ரி-அமோனிய-பாஸ்வரிகஜத்தையுங் $(NH_4)_3PO_4$ கொடுக்கும். முதலிரண்டு உப்புகளையுஞ் சூடுசெய்ய, விகாரம் சமீகரணங் காட்டும் விதத்தில் நடக்கும்.



$$(NH_4)_2HPO_4 \rightarrow NH_3\uparrow + NH_4H_2PO_4$$
$$NH_4H_2PO_4 \rightarrow NH_3 + H_3PO_4$$

ஸோடிய-அமோனிய-அப்ஜனக-பாஸ்வரிகஜத்தைப் பற்றி வேறொரு சந்தர்ப்பத்தில் கவனிப்போம்.

‘அமோனிய’ மூலத்தைக் கண்டுபிடிக்குஞ் சோதனைகள்

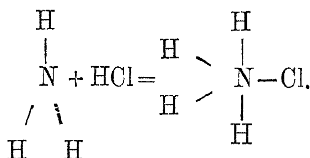
சிறிதளவு அமோனிய உப்பை ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்துடன் சூடு செய்ய, அமோனியா வெளிவரும். அமோனியாவை (1) அதன் விசேஷகாரமணத்திலிருந்தும் (2) அது லிட்டமஸ்தாளை நீலமாக்குவதிலிருந்தும் (3) அப்ஜனக-ஹரிதகையுடன் புகைவதிலிருந்தும் அறியலாம். (4) அமோனிய உப்புகள் பிளாடினிக-ஹரிதகையுடன் விலயனங்களில் சேர, பழுப்பு நிறமுள்ள அவபதிதம் ஏற்படும் $(NH_4)_2PtCl_6$. (5) அமோனிய சம்பந்தமான எந்த உப்பின் விலயனத்துடனும் நெஸ்லர் விலயனத்தைச் (Nessler's Solution) சேர்க்க, மஞ்சள் அல்லது பழுப்பு நிறமுள்ள அவபதிதம் NHg_2IH_2O உண்டாகும். (6) சுண்டின சிஞ்சிகாமில* விலயனத்துடன் (Tartaric Acid) அமோனிய உப்புகள் சேர, அமோனிய-அமிலோ-சிஞ்சிகஜம் $NH_4HC_2H_4O_6$ (Ammonium Bitartrate) அவபதிக்கும்.

* चिञ्चा (சிஞ்சா) = புளி

நேஸ்லர் விலயனம் :—இரசிக-ஹரிதகை விலயனத்துடன் பொட்டாஸிய-பாடலகை விலயனத்தை நிதானமாகச் சேர்க்க, சிவந்த இரசிக-பாடலகை அவபதிக்கும். அதை வடிகட்டிக் கழுவிப் பின்பு, அதை வேண்டிய அளவுள்ள பொட்டாஸிய-பாடலகை விலயனத்துடன் சேர்க்க, அது கரைந்து நிறமற்ற விலயனத்தைக் கொடுக்கும் (K_2HgI_4). அதனுடன் பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்தைச் சேர்க்க "நெஸ்லர் விலயனம்" உண்டாகும்.

வெகு அற்ப அளவிலிருக்கும் அமோனியாவையும், அமோனியா சேர்ந்த பொருளையுங் கண்டுபிடிக்க அவ்விலயனம் உபயோகிக்கப்படுகிறது. விலயனத்தில் உண்டாகும் மஞ்சள் அல்லது பழுப்பு நிறத்தின் தன்மையிலிருந்து அமோனியாவின் பரிமாணத்தை அளவிடலாம். "தண்ணீர் விச்லேஷண" (Water Analysis) முறையில் நெஸ்லர் விலயனத்தைக்கொண்டே அமோனியாவை "வர்ணமானப்" பரீக்ஷையால் (Colorimetric Test) அளவிடுகிறார்கள். 2,000,000 பங்கு நீரில் ஒரு பங்கு அமோனியாயிருப்பினும் இம்முறையால் அதைச் சோதித்தறியலாகும்.

அமோனியா அமிலங்களுடன் கூடி உப்புக்களைத் தருகிறது. அமோனியாவில் பாக்கியஜனகத்தின் ஸம்யோக சாமர்த்தியம் மூன்று ; உப்பாக மாறும்பொழுது அதன் ஸம்யோக சாமர்த்தியம் மூன்றிலிருந்து ஐந்துக்கு விருத்தி அடைகிறது.



வெகுநாள் வரையில், அமோனியா அமிலங்களுடன் வலுவற்ற ஸம்யோகபந்தனத்தால் ஒன்றுகூடி உப்புக்களைக் கொடுக்கிறதென்றும் அவ்வுப்புக்களைத் 'தளர்-சேர்க்கைப்பொருள்கள்'

(Loose Compounds) என்றும் ரஸாயன சாஸ்திரிகள் கருதி வந்தனர். அமோனிய உப்புக்களில் பாக்கியஜனகத்தின் ஸம்யோக சாமர்த்தியம் ஐந்து என்று பல சேதனப் பொருள்களைத் தயார்செய்து ஆராய்ந்துபார்த்து விக்டர்மேயர் காட்டினர் (1874). அவை தளர்-சேர்க்கைப்பொருள்கள் அல்லவென்று வெளியாகிறது.

இன்னும் அமோனிய-உப்புக்கள் உவமையான க்ஷார உலோக உப்புக்களின் குணங்கொண்டவை. சில ஒரே உருவங்கொண்டவை; ஓர் உலோகப்பரமாணுவுக்குப் பதிலாக ஐந்து அலோகப் பரமாணுக்கள்கூடி அமைந்துங்கூட ஒருருவங்கொண்ட உப்புகள் காணப்படுகின்றன. பொட்டாஸிய மின்னணுவைப் போல் அமோனிய மின்னணுவும் ஒரே அமைப்புள்ள மின்பரமாணுகவசத்தை (electronic shell) உடையதாயிருக்கவேண்டும். அமோனிய-உப்புக்கள் உவமையான பொட்டாஸிய உப்புக்களின் குணங்களையொத்தவை. அமோனிய, பொட்டாஸிய உப்புக்கள் உரிய ஸோடிய உப்புக்களைவிடக் குறைந்த ஸ்படிக நீருடையவை. (உ-ம்) அமோனிய-கந்தகிகஜமும் பொட்டாஸிய-கந்தகிகஜமும் ஸ்படிக நீரற்றவை. ஸோடிய உப்பில் 10 நீரணுக்களுள $Na_2SO_4IOH_2O$. அமோனிய, பொட்டாஸிய ஹரிதகிகஜங்களும், பரஹரிதகிகஜங்களும், பிளாடினிக ஹரிதகைகளும் தண்ணீரில் அற்ப அளவிற் கரைவன. அவ்வகை ஸோடிய-உப்புக்கள் அதிக அளவிற் கரைவன.

உபயோகங்கள் :—பனிக்கட்டி (Ice), உரங்கள், ஆகாசவாணங்கள், ஸோடா-உப்பு, பாக்கியகாமிலம் முதலியவைகளைத் தயாரிப்பதில் அமோனியா உபயோகப்படுகிறது. கொழுப்பு முதலியவைகளைக் கரைக்குந் தன்மை பொருந்தியிருத்தலால் சுத்தஞ் செய்யும் பொருளாகவும், ஆவியாய்ப் பரிணமிக்கும் க்ஷாரமாகவும், சோதனைச்சாலையில் ஒரு பிரதிகாரமாகவும் அது உபயோகப்படுகிறது.

ஹைட்ரஸீன் N_2H_4
(Hydrazine or Diamide NH_2–NH_4)

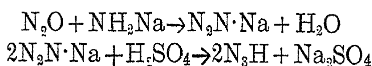
இதை 1887-ம் வருஷம் கர்டியஸ் (Curtius) என்பவர் கண்டு பிடித்தார். அமோனியாத் திராவகத்தில் (அதிக அளவி

லிருத்தல் வேண்டும்) 0·02% வச்சிரப் பசையைச் சேர்த்துப்[1] பின்பு ஸோடிய-உப-ஹரிதசஜத்தைச் சேர்த்து, அதிக அளவிலிருக்கும் அமோனியாவைக் கொதிக்கவிட்டு வெளியேற்றி, விலயனத்தைச் சுண்டக் காய்ச்சி, கந்தகிகாமிலத்தைச் சேர்க்க, ஹைட்ரஸீன்-கந்தகிகஜம் (Hydrazine Sulphate) உண்டாகும். அதைச் சுண்டின பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்துடன் கலந்து குறைந்த அமுக்க நிலையில் காய்ச்ச, நீர்-ஹைட்ரஸீன் (Hydrazine hydrate) $N_2H_4H_2O$ உண்டாகும். அதன் கொதிநிலை 120°ச. இந்த ஹைட்ரஸீன் நீர்ப்பொருளை அதிக பேரிய-பிராணையுடன் கலந்து குறைந்த அமுக்க நிலையில் காய்ச்ச நீரற்ற ஹைட்ரஸீன் வெளிவந்து வடியும்.

ஹைட்ரஸீன் ஒருநிறமற்ற திரவம். அதன் கொதிநிலை 113°ச; உருகுநிலை 1°ச; திண்மை 1·0114 (15°-ல்). அது அமோனியாவைப்போல் க்ஷாரச்சரக்கு; அமிலங்களுடன் சேர்ந்து உப்புகளைத் தரும். $N_2H_4H_2O$ என்பது அமோனிய-அப்ஜ-பிராணையைவிட நிலையுள்ளது. ஹைட்ரஸீனும் அதன் உப்புகளும் நல்ல க்ஷயகாரிகள்.

ஹைட்ரஸோயிக-அமிலம் N_3H
(Hydrazoic acid or Azoimide)

1890-ம் வருஷம் கர்டியஸ் இந்த விசித்திரமான பொருளைத் தயாரித்தார். 190°ல் ஸோடமைடின் மேல் பாக்கியச-பிராணையைச் செலுத்தி, அதை நீரிட்டகந்தகிகாமிலத்துடன் சேர்த்துக் காய்ச்சி வடிக்க, ஹைட்ரஸோயிக-அமிலம் உண்டாகும்.



$$N_2O + NH_2Na \rightarrow N_2N \cdot Na + H_2O$$
$$2N_2N \cdot Na + H_2SO_4 \rightarrow 2N_3H + Na_2SO_4$$

பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல் முறையால் அதைச் சுத்தி செய்யலாம்.

ஈரமற்ற ஹைட்ரஸோயிகாமிலம் ஒருநிறமற்ற கார மணமுள்ள திரவம். அதன் கொதிநிலை 37°ச. அது வெடியுடன்

[1] பசை இங்கு உண்டாகிய ஹைட்ரஸீனை விபாகிக்காவண்ணம் காக்கும் ஒரு ஸ்பர்சகர்த்தா.

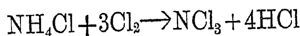
அதன் மூலப்பொருள்களாக எளிதில் வியோகிக்கும். க்ஷார-விலயனங்களுடன் சேர்ந்து உப்புகளைக் கொடுக்கும். இரஜத, ஸீஸ-ஹைட்ரஸோயிகஜங்கள் வீரிய வெடிவஸ்துக்கள். அப்ஜன கத்தின் பிரமாணங் குறையக்குறைய, அப்ஜனகமும், பாக்கிய ஜனகமுஞ் சேர்ந்த மூன்று பொருள்களிலும், க்ஷாரத்தன்மை குறைந்துகொண்டே வருவதைக் கவனிக்கவும்.

ஹைட்ராக்ஸிலாமீன் NH_2OH (Hydroxylamine)

பாக்கியமிக-பிராணையை வங்கத்தையும் அப்ஜ-ஹரிதகி காமிலத்தையுங்கொண்டு தாக்கியாவது (க்ஷயீகரணம்), பாக்கிய காமிலத்தை மின்சார க்ஷயீகரணத்திற்குள்ளாக்கியாவது, (வேறு பல க்ஷயீகரண முறைகளாலாவது) ஹைட்ராக்ஸிலாமீனைத் தயாரிக்கலாம். அது நிறமற்ற கசியுந்தன்மையுடைய ஸ்படிகப் பொருள். அது ஓர் உயர்தர க்ஷயகாரி; சேதன ரஸாயன ஜாதிவிச்லேஷண முறையில் ஒரு நல்ல பிரதிகாரகம். அது க்ஷாரகுணம் பொருந்தியது. அதன் அப்ஜஹரிதகையையே (hydrochloride) பொதுவாய்ச் சோதனைச்சாலையில் உபயோகிக்கிறார்கள்.

பாக்கியஜனகமும் லவணஜனகங்களுஞ் சேர்ந்த பொருள்கள்

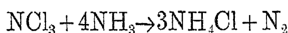
NCl_3, NBr_3, NH_3NI_3 என்ற சங்கேதங்களையுடைய மூன்று பொருள்கள் நிச்சயமாகத் தெரிந்தவை. அவை யாவும் அதிவீரியமுள்ள வெடிக்கும் பொருள்கள். அமோனிய-ஹரிதகையுடன் அதிக அளவில் ஹரிதகம் விகாரிக்க, பாக்கியஜனக-த்ரி-ஹரிதகையுண்டாகும்.



$$NH_4Cl + 3Cl_2 \rightarrow NCl_3 + 4HCl$$

அதிக அளவு ஹரிதகத்துடன் அமோனியா விகாரிக்குங்காலும் அது விளையும் என்று முன்பே குறிப்பிட்டோம். அமோனிய-ஹரிதகைப் புகையுள்ள வாயுஜாடியில் ஹரிதக வாயுஜாடியைப் பொருத்திவைக்க, மஞ்சள் நிறமுள்ள எண்ணெய்போன்ற சொட்டுகள் உண்டாகும். அச்சொட்டுகள் பாக்கியஜனக-த்ரி-ஹரிதகை. அது கரு

மஞ்சள் நிறமுள்ள திரவம். அதன் திண்மை 1·653; கொதிநிலை 71°ச (அபாயம்). ஒருகாரணமுமின்றியும், சூடு செய்யப்பட்டாலும், வெயிலில் வைக்கப்பட்டாலும், சேதன வஸ்துக்களுடன் தொட்டு நின்றாலும் அது எளிதில் பலமாய் வெடிக்கும். அது அதிக அபாயம் பொருந்திய பொருள். கண்களுக்கும் ஜவ்வுத்தோல்களுக்குந் தீங்கு செய்யக்கூடியது. ஹரிதகப் பரமாணவுக்கும் ஹரிதகப் பரமாணுவுக்குமுள்ள நாட்டமும், அதேவிதமான பாக்கியஜனகப் பரமாணுக்களுக்குள்ள நாட்டமுமே இவ்வெடித்தலுக்குக் காரணம்போலும். ஏனெனில், இவ்விகாரத்தில் விளைவன மேற்கண்ட தனிப்பொருள்களின் அணுக்களே. $2NCl_3 \rightarrow N_2 + 3Cl_2$. அமோனியாவாலும் அது விபாகிக்கப்படும்.



$$NCl_3 + 4NH_3 \rightarrow 3NH_4Cl + N_2$$

பாக்கியஜனக-த்ரீ-இரக்தகை (Nitrogen Tribromide) NBr_3

பொட்டாஸிய-இரக்தகை பாக்கியஜனக-த்ரி-ஹரிதகையுடன் விகாரிக்கும்பொழுது சிவந்த மிக எளிதில் தீவிரமாய் வெடிக்கக்கூடிய திரவமாக பாக்கியஜனக-த்ரி-இரக்தகை உண்டாகும்.

பாக்கியஜனக-பாடலகை (Nitrogen Iodide)

சுண்டின அமோனியா-திராவகத்துடன் பொடிசெய்த பாடலகம் விகாரிக்கும்பொழுது பாக்கியஜனக-பாடலகை NI_3NH_3 ஒரு பழுப்புநிறமுள்ள பொடியாக உண்டாகும். அது அதன் சுத்த நிலையில் பளபளப்புள்ள சிவந்த ஊசி போன்ற ஸ்படிக வடிவமுள்ளது. அதன் திண்மை 3·5; ஈரமற்ற நிலையில், கொசு அதன்மேல் உட்கார்ந்தாற்கூட, வெடிப்புடன் வியோகிக்கும். ஈரமுள்ள நிலையில் அது வெடிப்பதில்லை. அதன் சங்கேதம் NH_3NI_3 என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. NI_3 என்ற சங்கே

தத்தையுடைய பாக்கியஜனக-த்ரி-பாடலகையும் தயாரிக்கப்பட்டிருக்கிறதாம். அதுவும் ஒரு வெடிபொருள்.

உலோகமூலங்களைக் கண்டுகோள்வதற்குரிய ஜாதி-விச்லேஷணம்

நீரிட்ட அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலம், அப்ஜனக-கந்தகை, அமோனிய-ஹரிதகை, அமோனியாவிலயனம், அமோனிய-இங்காலிகஜம் இவைகளைக்கொண்டு உலோகமூலங்களை ஒருவாறு கண்டுகொள்ளலாமென்று முன்பு குறித்தோமல்லவா? மொத்தமாக உலோகமூலத்தையும் அமில மூலத்தையும் அவபாதன முறையாலேயே கண்டுகொள்ளுகிறோம். ஜாதிவிச்லேஷண முறையில் உலோகங்கள் ஆறு சமூகங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஒவ்வொரு சமூகத்திற்கும் உரியதாயிருக்கும் பிரதிகாரகத்திற்கு "சமூக-பிரதிகாரகம்" (Group Reagent) என்று பெயர். ஆறு சமூகங்களையும் உரிய சமூக-பிரதிகாரகங்களையும் பிரதிகாரகங்களைச் சேர்த்தபின் அவபதிக்கும் உலோகப்பொருள்களையும் சுருக்கமாகக் கீழே குறிப்போம்.

சமூகம்.	சமூக-பிரதிகாரகங்கள்	அவபதிக்கும் உலோகப் பொருள்கள்
1	நீரிட்ட அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலம்	இரஜதம் (Ag), இரச-ரஸம் ($Hg_2^{\cdot\cdot}$), ஸீஸம் (Pb) இம்மூன்றும் ஹரிதகைகளாக அவபதிக்கும்.
2	நீரிட்ட அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலம் + அப்ஜனக-கந்தகை	இரசிகரஸம் ($Hg^{\cdot\cdot}$), ஸீஸம் (Pb), தாமிரம் (Cu), பிஸ்மதம் (Bi), காட்மியம் (Cd), பாஷாணம் (As), அஞ்சனம் (Sb), வங்கச வங்கிக வங்கம் ($Sn^{\cdot\cdot}$, $Sn^{\cdot\cdot\cdot\cdot}$) இவை கந்தகைகளாக அவபதிக்கும்.
3	அமோனிய-ஹரிதகை + அமோனியா விலயனம்	அயச, அயிக இரும்பு (Fe), அலுமீனியம் (Al), கிரோமியம் (Cr) இவை அப்ஜ-பிராணைகளாக அவபதிக்கும்.

சமூகம்	சமூக பிரதிகாரகங்கள்	அவபதிக்கும் உலோகப் பொருள்கள்
4	அமோனிய-ஹரிதகை + அமோனியா விலயனம் + அப்ஜனக-கந்தகை	நாகம் (Zn), மாங்கனஜம் (Mn), [கோபதம் (CO), நிக்கலம் (Ni)] இவை கந்தகைகளாக அவபதிக்கும்.
5	அமோனிய-ஹரிதகை + அமோனியா விலயனம் + அமோனிய-இங்காலிகஜம்	கால்ஸியம் (Ca), ஸ்ட்ரான்ஷியம் (Sr), பேரியம் (Ba) இவை இங்காலிகஜங்களாக அவபதிக்கும்.
6		மாக்னீஸியம் (Mg), ஸோடியம் (Na), பொட்டாஸியம் (K), [லிதியம் (Li)] இவற்றுள் ஒவ்வொன்றையும் தனித்தனிப் பிரதிகாரகங்கொண்டு சோதிக்க வேண்டும்.

முதலாவது சமூகம்:—கொடுத்த உப்பின் விலயனத்துடன் நீரிட்ட அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தைச் சேர்க்க அவபதிதமுண்டானால், முதல் சமூகத்திலுள்ள ஓர் உலோகம் அதிலிருக்கிறதென்று தீர்மானிக்கலாம். அவ்வவபதிதம் சுடுதண்ணீரில் கரையுமேயானால் உலோகமூலம் ஸீஸம் என்றறி. அவ்விலயனத்துடன் பொட்டாஸிய-கிரோமிகஜவிலயனத்தைச் சேர்க்க, மஞ்சள் ஸீஸ-கிரோமிகஜம் ($PbCrO_4$) அவபதிக்கும். அல்லது, அவ்விலயனத்துடன் பொட்டாஸிய-பாடலகை விலயனத்தைச் சேர்க்க, மஞ்சள் ஸீஸ-பாடலகை (PbI_2) அவபதிக்கும்; அது கொதிநீரிற் கரைந்து நிறமற்ற விலயனத்தைக் கொடுக்கும்; விலயனம் குளிர அழகிய கஞ்சத்தகடுகள் போன்ற ஸ்படிகங்கள் வெளிவரும் (பக்கம் 596). சுடு தண்ணீரில் கரை

யாமல் அமோனியா விலயனத்தில் அவபதிதம் கரைந்தால் உலோகமூலம் இரஜதம் என்றும், இரண்டிலுங் கரையாமல் அமோனியா விலயனத்துடன் கறுத்தால் உலோகமூலம் இரச-ரஸம் (Mercurous mercury) என்றும் கொள் (436-437-ம் பக்கம் பார்க்க). உண்டாகிய அவபதிதம் சுடுதண்ணீரிலாவது அமோனியாவிலாவது கரையாமலும், அமோனியாவுடன் சம்பந்தப்பட்டு நிற்குங்கால் கறுக்காமலிருந்தால், அ வ ப தி த ம் நீர் வியோகத்தாலேற்பட்ட பிராணஹரிதகையென்று நிச்சயிக்கலாம். உலோகமூலம் பிஸ்மதமாக இருக்கவேண்டும். அந்த அவபதிதம் சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்திற் கரையும். பிஸ்மத உலோகமூலத்தை இரண்டாவது சமூகத்திற் கண்டுகொள்ளலாம்.

இரண்டாவது சமூகம் :—முதல் சமூக-பிரதிகாரகத்துடன் அவபதிதமுண்டாகாவிட்டால், அமிலித்த விலயனத்தில் அப்ஜனக-கந்தகையைச் செலுத்து. அவபதிதமுண்டானால் அதன் நிறத்தைக் கவனி.

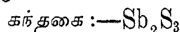
கறுப்பாக இருக்குங் கந்தகைகள் :—


HgS, PbS, Bi_2S_3, CuS

பொன் மஞ்சள் நிறமுள்ள கந்தகைகள் :—


$(CdS)As_2S_3$

கிச்சிலி (சிவப்பு மேலாடிய) நிறமுள்ள


கந்தகை :—Sb_2S_3

மங்கின மஞ்சள் நிறமுள்ள கந்தகை :—SnS_2

பழுப்பு நிறமுள்ள கந்தகை :—SnS

அவபதிதத்தை வடிகட்டி, சிறிதளவை ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்துடனும் வெகு அற்ப அளவு மஞ்சள் அமோனிய-கந்தகையுடனும் சேர்த்துச் சூடு செய். அவபதிதங் கரைந்தால் உலோகமூலம், பாஷாணமாகவாவது, அஞ்சனமாகவாவது, வங்கமாகவாவது இருக்கும். அவ்விலயனத்துடன் நீரிட்ட அமிலத்தைச் சேர்க்க, நல்ல மஞ்சள் நிறமுள்ள அவபதிதம் திரும்பவும் உண்டானால்

பாஷாணமென்றும், சிவந்த கிச்சிலி வர்ணமுள்ளதானல் அஞ்சனமென்றும், மங்கிய மஞ்சள் நிறமுள்ளதானல் வங்கமென்றும் கொள். இன்னும் பாஷாண-கந்தகை $As_2 S_3$ சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தில் கரையாது. அது அமோனிய-இங்காலிகஜ விலயனத்தில் கரையும். அஞ்சன-கந்தகையும், வங்க கந்தகைகளும் சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தில் கரையும்.

க்ஷார விலயனத்தில் அவபதிதம் கரையாமலிருக்க அவபதிதம் மஞ்சள் நிறமாயிருக்குமேயானல் உலோக மூலம் காட்மியம். அவபதிதம் கறுப்பாயிருக்குமேயானல் அதை நீரிட்ட பாக்கியகாமிலத்துடன் கொதிக்கவிடவும். அவபதிதம் கரையாவிட்டால், உலோகமூலம் இரசிக-ரஸமென்று கொள். அவ்வவபதிதத்தைச் சிறிதளவு சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடனும் சில பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜஸ்படிகங்களுடனுஞ் சேர்த்துச் சூடு செய்ய, அது கரையும்; $HgCl_2$ உண்டாகும். விலயனத்தை நீரால் பெருக்கி, இரண்டு பாகங்களாகப் பிரித்து, ஒன்றுடன் வங்கச-ஹரிதகை-விலயனத்தைச் சேர்க்க, பட்டுநூல் போன்ற வெள்ளை அவபதிதம் உண்டாகும் (Hg_2Cl_2); மற்றொன்றில் சிறிய தாமிரத்துணுக்கைப்போட, அதன் மேல் சாம்பல் நிறமுள்ள இரஸத் துளிகள் ஒட்டிக்கொள்ளும். ஆகையால் உலோகமூலமானது இரசிகரஸம் (mercuric mercury) என்று ஊர்ஜிதப்பட்டுவிட்டது.

நீரிட்ட பாக்கியகாமிலத்தில் அவபதிதம் கரைந்தால், அதனுடன் சிறிதளவு நீரிட்ட கந்தகிகாமிலத்தைச் சேர். வெள்ளை அவபதிதமுண்டானல் $(PbSO_4)$ உலோகமூலம் ஸீஸமாகத்தானிருக்கவேண்டும். இதை, முதலாவது சமூகத்திலேயே தெரிந்துகொண்டிருப்பாய்.

கந்தகிகாமிலத்துடன் அவபதிதமுண்டாகாவிட்டால் விலயனம் நீலவர்ணமாயிருக்க, உலோகமூலம் தாமிரமாகவும் நிறமற்றதாயிருந்தால் பிஸ்மதமாகவுமிருக்கும். வில

யனத்துடன் அதிக அமோனியா விலயனத்தைச் சேர்க்க, வெளுத்த நீல நிற அவபதிதம் முதலில் உண்டாகிப் பின்பு அது கரைந்து நல்ல நீல வர்ணமுள்ள விலயனத்தைக் கொடுத்தால், உலோகமூலம் தாமிரம் என்பது நிச்சயம். இன்னும் நீல நிறம் மாறும்வரை விலயனத்துடன் சாராயி காமிலத்தைச் சேர்த்துப் பின்பு பொட்டாஸிய-அயச-காலகை (Potassium ferrocyanide) விலயனத்தைச் சேர்க்க, பழுப்பு நிறமாவது பழுப்பு நிறமுள்ள அவபதிதமாவது, தாமிர-அயச-காலகை $[Cu_2Fe(CN)_6]$, உண்டாகும். இதினின்று உலோகமூலம் தாமிரந்தான் என்பது நிச்சயமாகும்.

பாக்கியகாமிலத்தில் கந்தகை கரைந்த விலயனம் நிறமற்றதாயிருந்து அமோனியாவுடன் வெள்ளை அவபதிதத்தைக்கொடுக்க, அதிக அமோனியாவில் அவபதிதமும் கரையாமலிருக்க, உலோகமூலம் பிஸ்மதந்தான் என்றறி. அவ்வவபதிதத்தை, பிஸ்மத-அப்ஜ-பிராணையை $[Bi(OH)_3]$, சிறிதளவு சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் சூடு செய்ய, அது கரையும் ($BiCl_3$ உண்டாகும்). அதை ஒரு போகணித் தண்ணீரில்விட, தண்ணீர் பால்போல் வெளுக்கும் (நீர்வியோகம்→$BiOCl$). இதனால் உலோகமூலம் பிஸ்மதந்தானென்பது ஊர்ஜிதப்படும்.

மூன்றாவது சமூகம் :—முதலிரண்டு சமூகங்களிலும் அவபதிதம் ஏற்படாவிட்டால், கொடுத்த விலயனத்துடன்—அல்லது விலயனத்தைக் கொதிக்கவிட்டுக் கரைந்த அப்ஜனக-கந்தகையை வெளியேற்றி—சிறிதளவு சுண்டின பாக்கியகாமிலத்தைச் சேர்த்துக் கொதிக்கவிடவும். இதனால் அயசஇரும்பு அயிகஇரும்பு நிலைக்கு விருத்தியாகும். (அயச-அப்ஜ-பிராணை அமோனிய-ஹரிதகையிருக்குஞ் சந்தர்ப்பத்தில் முற்றிலும் அவபதிக்காதாகையால், அதை அயிகநிலைக்கு விருத்தி செய்தல் வேண்டும். அது மங்கலான பச்சை வர்ணமுள்ளது.) பிறகு விலயனத்தைக்

குளிரவிட்டு, அமோனிய-ஹரிதகை விலயனத்தையும் அமோனிய-அப்ஜ-பிராணே விலயனத்தையுஞ் சேர்க்கவும்.

சிவந்த பழுப்பு அவபதிதம் [$Fe(OH)_3$] உண்டானல், அது, உலோகமூலம் இரும்பென்று காட்டுகிறது. அதை அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தில் கரைத்து, இரண்டு பாகமாகப் பிரித்து, ஒன்றுடன் பொட்டாஸிய-அயச-காலகையைச் சேர்க்க, நல்ல நீல நிறமுள்ள அவபதிதம் (Prussian blue precipitate) தோன்றுவதும், மற்றென்றுடன் அமோனிய-கந்தகோ-காலகிகஜ விலயனத்தைச் சேர்க்க, இரத்தம்போல் விலயனம் சிவப்பதும், உலோகமூலம் இரும்புதானென்று நிச்சயமாய்க் காட்டும். கொடுத்த உப்பு அயச உப்பா, அயிக உப்பா என்றறிய, அதன் விலயனத்தைப் பொட்டாஸிய-அயிக-காலகையால் சோதி; அயச உப்பாக இருந்தால் விலயனம் நீலமாகும். அயிக-உப்பாக இருந்தால் விலயனம் பழுப்பாக மாறும். (பக்கம் 254.)

அல்லாது, மூன்றுவது சமூகத்தில், வெளுத்த பச்சை நிறமுள்ள கோழைபோன்ற அவபதிதம் [$Cr(OH)_3$] உண்டானல் உலோகமூலம் கிரோமியமென்றுகொள். அவ்வவபதிதம் ஸோடிய-பர-பிராணேயுடனுந் தண்ணீருடனுங் கொதிக்கவிடப்பட, கரைந்து மஞ்சள் நிறமுள்ள விலயனத்தைக் (Na_2CrO_4) கொடுக்கும். அதைச் சாராயிகாமிலத்தால் அமிலித்து ஸீஸ-சாராயிகஜ விலயனத்தைச் சேர்க்க மஞ்சள் நிறமுள்ள அவபதிதம் உண்டானல் ($PbCrO_4$ Chrome yellow) உலோகமூலம் கிரோமியம் என்பதில் சந்தேகமில்லை.

அன்றி மூன்றுவது சமூகத்தில், நிறமற்ற கோழை போன்ற அவபதிதம் உண்டானல், உலோகமூலம் அலுமீனியமே. அவ்வவபதிதம் [$Al(OH)_3$] ஸோடிய-பர-பிராணேயுடன் தண்ணீரிற் கொதிக்கவிடப்பட கரைந்து (Na_3AlO_3) நிறமற்ற விலயனத்தைக் கொடுக்கும்; அவ் விலயனத்துடன் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தைச் சேர்த்து,

காரமழிந்தவுடன் அமோனியாவைச் சேர்க்க, கோழை போன்ற அவபதிதம் உண்டானால் உலோகமூலம் அலுமீனியம் என்பது நிச்சயப்பட்டுவிடும். [$Cr(OH)_3$, $Al(OH)_3$ இவ்விரண்டும் க்ஷார விலயனத்திலுங் கரையும்.]

சில சமயங்களில் மூன்றாவது சமூகத்தில் அமோனிய-ஹரிதகை போதுமான அளவில் சேர்க்கப்படாவிட்டால், மாங்கனச-அப்ஜ-பிராணை அவபதிக்கும். அது முதலில் வெளுப்பாயிருக்கும்; காற்றுப்பட இருக்கக் கறுக்கும். நான்காவது சமூகத்தில் குறிப்பிடப்படுஞ் சோதனைகொண்டு மாங்கனச மூலத்தை அறிந்துகொள்ளலாம்.

நான்காவது சமூகம்:—முதல் மூன்று சமூகங்களிலும் அவபதிதம் ஏற்படாவிட்டால், மூன்றாவது சமூக பிரதிகாரகங்களைச் சேர்த்தபின்பு (NH_4Cl+NH_4OH) அப்ஜனக-கந்தகையைச் செலுத்தவும்.

வெள்ளை நிறமுள்ள அவபதிதம் (ZnS) ஏற்பட்டால் உலோகமூலம் நாகம். அவ்வவபதிதம் நீரால் நன்கு பெருக்கிய அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தில் எளிதில் கரையும். அவ்விலயனத்துடன் ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்தைச் சேர்க்க, முதலில் வெளுத்த அவபதிதம் உண்டாகிப் [$Zn(OH)_2$] பின்பு அது க்ஷார விலயனத்திற் கரைவது (Na_2ZnO_2) உலோகமூலம் "நாகம்" தான் என்பதை ஸ்திரப்படுத்தும். இன்னும் அவ்விலயனத்துடன் சிறிதளவு சுண்டின பாக்கியகாமிலத்தையும் கோபத-ஹரிதகை விலயனத்தையுஞ் சேர்த்துக் கொதிக்கவிட்டு, அவ்விலயனத்தில் ஒரு வடிதாள் துண்டை நனைத்து, அதைக் குறடு கொண்டு புன்ஸன் சுடரில் எரித்துவிடப் பச்சைநிறமுடைய சாம்பலைக் காணலாம் (கோபத-நாகிகஜமுண்டாகும்). நாக உலோகமூலத்தைக் காண, இதுவும் ஒரு நல்ல சோதனை. அல்லாமல், நான்காவது சமூகத்தில் மாமிச நிறமுள்ள அவபதிதம் (MnS) உண்டானால், உலோகமூலம் மாங்கன

ஜம். அது நீரால் நன்கு பெருக்கிய அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தில் எளிதில் கரையும். அவ்விலயனத்துடன் ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணே விலயனத்தைச் சேர்க்க, சற்று வெளுத்த அவபதிதம் உண்டாகும். அவ்வவபதிதம் காற்றுப்படப் படக் கறுக்கும். ஆகையால் மாங்கனஜமென்று மேலே தீர்மானித்தது சரியே. இன்னுங் கொடுத்த உப்புடனாவது அவபதிதத்துடனாவது சிறிதளவு ஸீஸ-துவி-பிராணேயையும் சுண்டின பாக்கியகாமிலத்தையுஞ் சேர்த்து ஒரு நிமிஷங் கொதிக்கவிட்டுப் பின்பு நீரால் பெருக்கிச் சிறிது நேரம் நிற்கவிட, விலயனத்தின் மேற்பாகந் தெளிந்து விசேஷ ஊதாவர்ணத்தைக் காட்டும்; பரமாங்கனிகஜமுண்டாயிருக்கிறதென்று தெரியவரும். இதுவும் உலோகமூலம் மாங்கனஜமென்பதைத் தெரிவிப்பது.

(அன்றியும் நான்காவது சமூகத்தில் கறுப்பு அவபதித மேற்பட்டால் கோபதமாவது அல்லது நிக்கலமாவது இருக்கிறது என்று காட்டும். கோபத உப்புக்களின் நிறம் ரோஜாச் சிவப்பு. நிக்கல உப்புக்களின் நிறம் பச்சை. ஆகையால் உப்பின் நிறத்திலிருந்தும் நான்காவது சமூகத்தில் உண்டாகும் கறுத்த அவபதிதத்தினின்றும் உலோக மூலத்தை நிச்சயித்துவிடலாம்.)

ஐந்தாவது சமூகம்:—முதல் நான்கு சமூகங்களிலும் அவபதிதம் ஏற்படாவிட்டால், கொடுத்த விலயனத்துடன் அமோனிய-ஹரிதகை, அமோனியாவிலயனம், அமோனிய-இங்காலிகஜம் என்பனவற்றின் விலயனங்களை முறையே சேர்க்கவும். அங்கு அவபதிதமேற்பட்டால் அதை வடிகட்டவும். அதிற் சிறிதளவை ஒரு சொட்டு அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தில் கரை. பிளாடினக் கம்பியை அவ்விலயனத்தில் நனைத்து புன்ஸன் சுடரில் காட்டி, தோன்றும் நிறத்திலிருந்து உலோகமூலத்தைக் கண்டு கொள்ளவும். இதற்குச் 'சுடர்ப் பரீக்ஷை' (Flame test) என்று பெயர்.

	கால்ஸியம்	ஸ்டரான் ஷியம்	பேரியம்
சுடரில் தோன்றும் நிறம்	சுட்ட செங் கற் சிவப்பு	நல்ல குங்கு மச் சிவப்பு	பச்சை
சுடரை நீலக் கண் ணுடியின் வழியே பார்க்கும்பொழுது தோன்றும் நிறம்	பச்சை	சிவப்பு	பச்சை

மீதியுள்ள அவபதிதத்தைச் சாராயிகாமிலத்தில் கரைத்து மூன்று பங்காகப் பிரித்துக்கொள்ளவும். (1) ஒன்றில், கால்ஸிய-கந்தகிகஜ விலயனத்தைச் சேர்க்க, உடனே வெளுத்த அவபதிதம் உண்டாகுமேயானல் ($BaSO_4$) உலோகமூலம் பேரியம் என்றும், சிறிது நேரங்கழித்து அவபதிதம் உண்டானல் உலோக மூலம் ஸ்ட்ரான்ஷியம் என்றும்,[1] அவபதிதம் ஏற்படாவிட்டால் உலோகமூலம் கால்ஸியம் என்றும் அறியவும்.

(2) மற்றொன்றில் பொட்டாஸிய-கிரோமிகஜ விலயனத்தைச் சேர்க்க, உடனே மஞ்சள்நிறமுள்ள அவபதிதம் ($BaCrO_4$) ஏற்பட்டால் பேரியம் என்பது நிச்சயமாகும். (மற்ற இரண்டு கிரோமிகஜங்களும் அவபதிக்கா).

(3) உலோகமூலம் பேரியமாகவாவது ஸ்ட்ரான்ஷியமாகவாவது இல்லாவிடின், உலோகமூலம் கால்ஸியம் என்பது திண்ணம். மூன்ருவது பங்கில் அமோனிய-ஆக்ஸாலிகஜ விலயனத்தையும் அமோனியாவையுஞ் சேர்க்க, ஒரு வெண்மை அவபதிதம் (கால்ஸிய-ஆக்ஸாலிகஜம் CaC_2O_4) உண்டாகிக் கால்ஸியத்தின் இருப்பைத் தெரிவிக்

[1] விலயனத்தைக் கொதிக்கவிட்டுப் பின்பு நிற்கவைக்க ஸ்ட்ரான்ஷிய-கந்தகிகஜம் சீக்கிரத்திற் பிரிந்து படியும்.

கும். பேரிய, ஸ்ட்ரான்ஷிய விலயனங்களுடன் ஆக்ஸாலிகஜ விலயனஞ் சேர்க்கப்படுங்காலும் அவபதிதம் ஏற்படும். இதைக் கவனிக்கவும்.

ஆறாவது சமூகம்:—முதல் ஐந்து சமூகங்களிலும் அவபதிதம் ஏற்படாவிட்டால், ஐந்தாவது சமூகப் பிரதிகாரகங்களைச் சேர்த்தபின்பு, அவ்விலயனத்துடன் ஸோடிய-பாஸ்வரிகஜ விலயனத்தைச் சேர்க்க, ரவைபோன்ற அவபதிதம் ஏற்பட்டால் ($MgNH_4PO_4$) உலோகமூலம் மாக்னீஸியமாம். இல்லாவிடின், கொடுத்த விலயனத்தை வற்றக் காய்ச்சி அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தைச் சேர்த்து, சுடர்ப் பரீக்ஷை செய்துபார்க்க, மஞ்சள்நிறமுண்டானல் உலோகமூலம் ஸோடியமாம். அங்கு நீலக்கண்ணுடியால் சுடரைப் பார்க்க, மஞ்சள் நிறங் காணப்படாது. அல்லாது, வெளுத்த கத்திரிப்பூ நிறமும் நீலக்கண்ணுடியாலதைப் பார்க்க பாடலகவர்ணமும் காணப்பட்டால், உலோகமூலம் பொட்டாஸியமே. மேலும், முதலிற் கொடுத்த விலயனத்தைச் சுண்டக் காய்ச்சி, இருபாகங்களாகப் பிரித்து, ஒன்றுடன் சிஞ்சிகாமில விலயனத்தைச் (Tartaric acid) சேர்க்க அவபதிதமுண்டானல் உலோக-மூலம் பொட்டாஸியமென்றும், மற்றொரு பாகத்துடன் பொட்டாஸிய-அஞ்சனிகஜ (Potassium antimonate) விலயனத்தைச் சேர்க்க அவபதிதம் உண்டானல், உலோகமூலம் ஸோடியமென்றும் நிச்சயித்துக்கொள்ளவும். சாதாரண அமிலங்கள், அமோனியா, அமோனிய-ஹரிதகை, அப்ஜனக-கந்தகை, அமோனிய-இங்காலிகஜம் இவைகளைக் கொண்டே உலோகமூலங்களை எளிதில் கண்டுவிடலாமென்பதை மேற்கண்ட ஜாதிவிச்லேஷணமுறை காட்டுகின்றது. அவற்றைக்கொண்டு செய்த தீர்மானஞ் சரிதான் என்பதை முற்றிலும் ஊர்ஜிதப்படுத்த, இன்னுஞ் சில பிரதிகாரகங்களே தேவை. அவற்றைப்பற்றிப் பின்னல்

ஒவ்வொரு உலோகத்தைப்பற்றிப் படிக்கும்பொழுது காண்போம். ஜாதிவிச்லேஷணமுறை எவ்வளவு அழகாகவும் சுலபமாகவும் ஒழுங்காகவும் இருக்கிறது என்பதையுணரவும்.

மேற்கண்ட முறையில் அமோனிய-மூலம் வரவில்லை. ஆனால் கொடுத்த பொருளுடன் க்ஷாரத்தைச் சேர்த்துச் சூடுசெய்ய, அமோனியாவாயு வெளிவந்தால் அமோனிய-மூலம் இருக்கிறதென்று வைத்துக்கொள்ளவும். அமோனிய-மூலத்தை இங்ஙனந்துண்டாகவே பரீக்ஷித்தறிய வேண்டும். ஆறாவது சமூகத்தில் அதைச் சோதிக்கலாகாது. ஏனெனில் இடையே அமோனியாவையும் அமோனிய உப்புக்களையுஞ் சேர்த்திருக்கிறோம்.

அவசரப்படாமலும் முன்னாலேயே உலோகமூலம் இதுவாகத்தானிருக்கவேண்டுமென்று யூகிக்காமலும் முறைப்படி சோதனையைச் செய்தால், பிழையில்லாமல் உலோகமூலத்தைக் கண்டுவிடலாம்.

அத்தியாயம் 31

பாக்கியஜனகமும் பிராணவாயுவுமுள்ள சேர்க்கைப் பொருள்கள்

(The Oxygen Compounds of Nitrogen)

ஆறு பாக்கியஜனக-பிராணைகளும் மூன்று பாக்கியஜனக-பிராண அமிலங்களுந் தெரிந்துள்ளன. அவையாவன :—

பிராணைகள் :

1. *பாக்கியச-பிராணை* N_2O (Nitrous oxide) *நிர்ஜல-உப-பாக்கியசாமிலம்* (Hyponitrous anhydride).
2. *பாக்கியமிக-பிராணை* NO (Nitric oxide).
3. *துவி பாக்கியஜனக-த்ரி-பிராணை* N_2O_3 (Nitrogen trioxide) *நிர்ஜல-பாக்கியசாமிலம்* (Nitrous anhydride).
4. *பாக்கியஜனக-பர-பிராணை* NO_2, N_2O_4 (Nitrogen peroxide).
5. *துவி-பாக்கியஜனக-பஞ்ச-பிராணை* N_2O_5 (Nitrogen pentoxide) *நிர்ஜல-பாக்கியகாமிலம்* (Nitric anhydride).
6. *பாக்கியஜனக-த்ரி-பிராணை* NO_3 (Nitrogen trioxide).

அமிலங்கள் :

1. *உப-பாக்கியசாமிலம்* $H_2N_2O_2$ (Hyponitrous acid).
2. *பாக்கியசாமிலம்* HNO_2 (Nitrous acid).
3. *பாக்கியகாமிலம்* HNO_3 (Nitric acid).

மேற்கண்ட பிராணகங்களும் அமிலங்களும் பாக்கிய காமிலத்திலிருந்து நேராகவாவது அல்லது சுற்றுவழியாக வாவது பெறுவிக்கப்படுபவைகளாகையால் பாக்கியகாமி லத்தைப்பற்றி முதலில் கவனிப்போம்.

பாக்கியகாமிலம் (Nitric Acid)

சரித்திரம்:— ஆதி ஈஜிப்ட் தேசத்தவர்களுக்குப் பாக்கியகாமிலம் தெரிந்திருந்தது. இந்தியாவிலும் அது தொன்றுதொட்டுத் தெரிந்திருக்கவேண்டும். சுத்தமான நிலையில் அதை அவர்கள் தயாரித்திருக்காவிட்டாலும் "20 பங்கு வெடியுப்பையும் 16 பங்கு படிக்காரத்தையும் 18 பங்கு வங்காளக் கொள்ளுச் செடியின் இலை, தண்டு, இவைகளிலிருந்து உண்டாகும் அமிலதிரவத்துடன் சேர்த்துக் கலந்து, அமிலம் முழுவதும் கிரஹணீ பாத்திரத்தில் வந்து வடியும்வரை, கலவையைக் காய்ச்சி" ஒரு விதமாக அதைத் தயாரித்தார்கள் என்று தெரியவருகிறது. இன்னும் பல வைத்திய நூல்களில் "இராஜ-நீர்" ஆகிய அமிலத்தைச் சகல உலோகங்களையுங் கரைக்கும்பொருட்டுத் தயாரித்திருப்பதாகவுந் தெரியவருகிறது. ரஸார்ணவம், ரஸகௌமுதி, ரஸரத்னப்ரதீபம், பைஷஜ்யரத்னவளி முதலிய நூல்களில் அவ்வமிலந் தயாரிக்கப்படும் முறைகள் காணப்படுகின்றன. மேற்குறித்தவைகளில் கடைசி நூலில் கீழ்வரும் முறை குறிப்பிடப்பட்டிருக்கிறது. "படிக்காரம், அன்னபேதி, நவச்சாரம், வெடியுப்பு, வெங்காரம் எல்லாவற்றையுஞ் சேர்த்துக் கண்ணுடி வாலையிற் சூடு செய்ய, மஹாதிராவகரஸம் உண்டாகி வடியும். அந்நீரைக் கல்லீரல் மண்ணீரல் சம்பந்தமான வியாதிகளுக்குக் கொடுக்க, நோய் தெரித்தோடிப்போம்". ஜீபர் அதை அன்னபேதி, வெடியுப்பு, படிக்காரம் மூன்றையுஞ் சேர்த்துச் சூடு செய்தும், க்ளாபர் (1650) வெடியுப்பைக் கந்தகிகாமிலத்துடன் கலந்து சூடு செய்தும் தயாரித்தார்கள். லவாசியர் அவ்வமிலத்தில் பிராணவாயு இருக்கிறதென்று

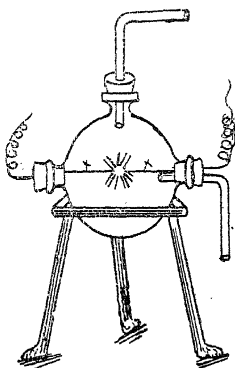
நிரூபித்தார் (1776). காற்றை மின்பொறியால் தாக்க, ஒரு அமிலம் உண்டாவதாக ப்ரீஸ்ட்லீ கண்டார். காவென்டிஷ் (1784) பாக்கியஜனகத்தை ஈரமுள்ள பிராண வாயுவுடன் சேர்த்து மின்பொறிகொண்டு தாக்குவதாலுண்டாவது பாக்கியகாமிலமென்று நிரூபித்தார். கேலூஸாக் அமிலத்தின் சங்கலனத்தை அளவிட்டார். அவ்வமிலம் வெகுதீவிரமாக உலோகங்களைக் கரைக்கும் குணமுடையதாதலால் அதற்கு "வீரிய நீர்" (aqua fortis=strong water) என்று பெயரிட்டிருந்தார்கள். பாக்ய என்பது வெடியுப்பு. அதிலிருந்து தயாரிப்பதால் அதற்குப் பாக்கியகாமிலம் என்று பெயரிடுவோம்.

சம்பவம் :—பாக்கியகாமிலம் தனித்து இயற்கையில் காணப்படுவதில்லை. ஆனால் மிக அற்ப அளவில் அது வாயு மண்டலத்திலிருக்கலாம். ஆனால் பாக்கியமிகஜங்கள் அதிக அளவில் அநேக இடங்களிற் கிடைக்கின்றன. தென்னமெரிக்காவில் மழையில்லாத பிரதேசங்களில் ஸோடிய-பாக்கியமிகஜமாக (சிலி வெடியுப்பு Chili saltpetre) அதிக அளவில் அது இருக்கிறது. பாக்கியஜனகஞ் சேர்ந்த தாவர வஸ்துக்களும் பிராணி வஸ்துக்களும் கடைசியாகப் பாக்கியமிகஜ நிலைக்கே விருத்தியாகிறபடியால் பூசாரத்தில் பாக்கியமிகஜங்கள் அமைந்திருக்கின்றன. இந்தப் பிராணீகரண விளைவு, காற்றிலுள்ள பிராணவாயுவினால் சில நுண்ணிய கிருமிகளினுதவிகொண்டு ஏற்படுவது ஆச்சரியமே.

தயாரித்தல் :—(1) நேர்ஸம்யோகம் :—பிராணவாயு-பாக்கியஜனகக் கலவையை மின்பொறிகொண்டு தாக்கி, அவ்விளைபொருள்களைத் தண்ணீரிற் கரைக்கச் சிறிதளவு பாக்கியகாமிலம் உண்டாகுமென்று காவெண்டிஷ் அறிந்திருந்தார். அச்சோதனையின் பயனாகவே இந்நாளில் காற்றிலுள்ள பாக்கியஜனகவாயு அதிக அளவில் பாக்கிய

காமிலமாக மாற்றப்படுகிறது. அதைப்பற்றிப் பின்னால் தொழில் முறைகளுக்கு அடியில் விவரிப்போம்.

130-வது படத்திற்காட்டியபடி மூன்று வாய்களுள்ள கண்ணாடிக் கூண்டில் சிறிதளவு தண்ணீரை எடுத்து, இரு கம்பிகளுக்கிடையே மின்சாரமேவுஞ் சுருளினுதவியால் மின்பொறிகளைச் செலுத்தக் கண்ணாடிக்கூண்டிலுள்ள

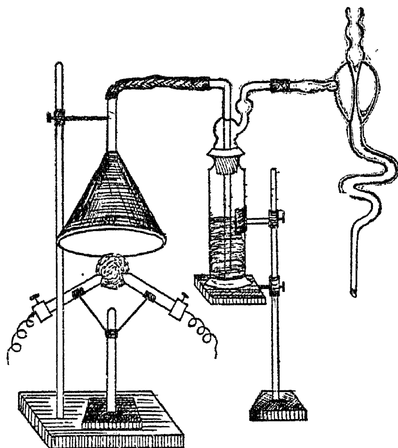


பாக்கியமிக-பிராணையைத் தயாரித்தல்
(நேர்-ஸம்யோகம்)

படம் 130

காற்று சிவப்பாக மாறித் தண்ணீரில் கரையும். பாக்கிய ஜனகமும் பிராணவாயுவும் சேர்ந்து பாக்கியமிக-பிராணை யாக (Nitric oxide NO) மாறும்; இப்பிராணை பிராண வாயுவுடன் சேர்ந்து சிவப்பு நிறமுள்ள பாக்கியஜனக-பர-பிராணையாக (Nitrogen peroxide NO_2) மாறும். இது தண்ணீரிற் கரைய பாக்கியகாமிலமும் HNO_3 பாக்கிய சாமிலமும் HNO_2 (Nitrous acid) உண்டாகும். விலயனத்தைச் சோதிக்க அமிலமென்று காண்போம்.

அல்லது 131-வது படத்திற் காட்டியபடி, இரு கரிக் குச்சிகளை மின்சாரத்துருவங்களுடனிணைத்து, மின்சாரத்தைச் செலுத்த, கண்கூசும்படியான ஜ்வாலை தோன்றும். இந்த மின்சார ஜ்வாலைக்குமேல் அமைக்கப்பட்டிருக்கும் புனலிலுள்ள காற்றிலிருக்கும் பிராணவாயுவும் பாக்கியஜனகமும் ஐக்கியமாகிப் பாக்கியஜனகப் பிராணைகளாகமாறும்.



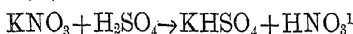
பாக்கியமிக-பிராணையைத் தயாரித்தல்
(மற்ெருரு முறை)

படம் 131

அக்கலவை வாயுவைப் புனலுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தில் கரைக்கப்பட்டிருக்கும் ‘டைபீனைலமீன்’ (diphenylamine) விலயனத்தில் கொப்புளித்துவரும்படி வடி உறிஞ்சிகொண்டு இழுக்க, விலயனம் நீலநிறமாக மாறும் (இது பாக்கியகாமிலத்தைக் காட்டும் சூக்ஷ்மசோதனையாம்.)

(2) பொட்டாஸிய-பாக்கியமிகஜத்தையாவது ஸோடிய-பாக்கியமிகஜத்தையாவது, நீரிட்ட கந்தகிகாமிலத்துடன் சேர்க்க, விகாரமேற்படவில்லையென்று தோன்றும். ஆனால் விலயனத்தில் உலோக கந்தகிகஜமும் பாக்கியகாமில விலயனமும் இருக்கும். சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் எந்தப்பாக்கியமிகஜத்தையாவது சேர்த்து இளஞ்சூடு காட்டப் பாக்கியகாமிலம் வெளிவந்து வடியும்.

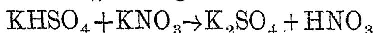
86-வது படத்திற் காட்டியபடி கண்ணாடிவாலையும் கண்ணாடி கிராஹணீபாத்திரமும் தேய்த்து இணைக்கப்பட்டுள்ள உபகரணத்தை எடுத்து, வாலையில் 50கி. பொட்டாஸிய-பாக்கியமிகஜத்தையும் 50 க. ச. மீ. சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தையும் எடுத்துச் சுமார் 130°க்குச் சூடு செய். (உபகரணத்தினெந்தபாகத்தையும் ரப்பர் குழாய் கொண்டு இணைக்கக்கூடாது; நெட்டித் தக்கையையும் ரப்பர்த் தக்கையையும் உபயோகிக்கக்கூடாது. அவைகளையெல்லாம் அமிலந் தின்றுவிடும்.) கிராஹணீபாத்திரத்தின் மேல் குளிர்ந்த நீர் விழுந்துகொண்டே இருக்கவேண்டும். விகாரத்திலேற்படும் பாக்கியகாமிலம் கிராஹணீபாத்திரத்தில் வந்து வடியும்.



$$KNO_3+H_2SO_4 \rightarrow KHSO_4+HNO_3$$ [1]

வடிந்த திரவத்தில் தண்ணீரும் பாக்கியஜனக-பர-பிராணையுமிருக்கும். விலயனத்தைச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் சேர்த்துக் காய்ச்சி வடிக்க, தண்ணீர் பிரிந்து-அமிலமே வடியும். அதன் வழியே ஈரமற்ற கரியமில வாயுவையாவது காற்றையாவது இழுக்க, பாக்கியஜனக-பர-பிராணையும் விலகும்.

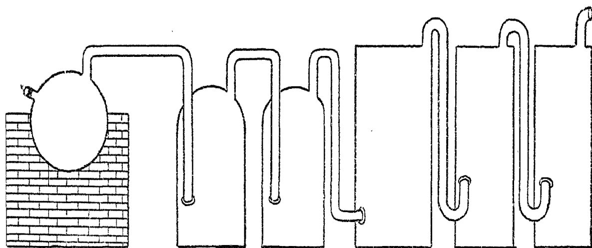
[1] உஷ்ணநிலை அதிகமாயிருக்க



$$KHSO_4+KNO_3 \rightarrow K_2SO_4+HNO_3$$

என்ற சமீகரணங் காட்டும் விகாரமும் நடக்கும். ஆனால் இங்கு உண்டாகிய அமிலத்திற் பெரும்பகுதி விபாகித்துவிடும். ஆகையால் உஷ்ணநிலையைக் கூடியமட்டில் குறைவாக வைத்துக் கொள்வதே வழக்கம்.

தொழில் முறைகள் :—ஸோடிய-பாக்கியமிகஜத்தை யாவது பொட்டாஸிய-பாக்கியமிகஜத்தையாவது வார்ப் பிரும்பு வாலைகளிலெடுத்துச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத் துடன் வேண்டிய அளவில் கலந்து குறைந்த அமுக்க நிலை யில் சூடு செய்வார்கள். விகாரம் அந்நிலையில் குறைந்த உஷ்ண நிலையிலேயே நடக்கும். விளையும் பாக்கியகாமி லத்தின் வியோகம் தடுக்கப்படும். கண்ணாடியாலோ அல் லது அமிலங்களாலரிக்கப்படாத பண்டத்தாலோ செய்யப் பட்ட பல கிரஹணீ பாத்திரங்களில் அமிலம் (90—95% பலம்) வந்து தங்கும். கிரஹணீ பாத்திரங்களுக்கு



பாக்கியகாமிலத்தை வெடியுப்பினின்று தயாரித்தல் (தொழில் முறை)

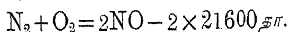
படம் 132

வெளியில் குளிர்ந்த தண்ணீர் போய்க்கொண்டே இருக் கும். கிரஹணீ பாத்திரங்களில் அமிலம் முற்றிலும் வடி யாது. ஆவிரூபமாய்ச் சிறிதளவு வெளியே சென்றுவிடும். அவ்வாவியை ஸ்தூபிகளில் செல்லவிட்டு அங்கு நீரிட்ட அமிலத்தில் கரையும்படி செய்வார்கள். அவ்வமிலத்திற் குள், காற்றைக் குமிழிடச் செய்து இழுக்க, அமிலத்தி லுள்ள பாக்கியஜனக-பர-பிராணே வெளியேறி விலகும். வாலையில் தங்கிநிற்கும் திரவநிலையிலுள்ள 'வெடியுப்புக் கட்டியை' (Nitre-cake) அப்போதைக்கப்போது வெளி யேற்றிவிடுவார்கள். வெடியுப்புக்கட்டியில் ஸோடிய-அப் ஜனக-கந்தகிகஜமே ($NaHSO_4$) காணப்படும். நடுநிலை

கந்தகிகஜம் (Na_2SO_4) உண்டாகாவண்ணம் வேண்டிய ஏற்பாடுகள் செய்யப்படும். புகையுமிலம் வேண்டியிருந்தால், விகாரத்தை அதிக உஷ்ண நிலையில் நடத்துவார்கள்.

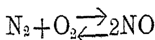
சிலி வெடியுப்பு, அதிக அளவில் உபயோகப்பட்டுக் கொண்டேவருவதால் குறைந்துகொண்டேவருகிறது. ஆனால் பாக்கியமிகஜங்கள் ஒவ்வொரு வருஷமும் மென்மேலும் அதிகமாக வேண்டியிருக்கின்றன. ஆகையால் பூமியிலகப்படும் பாக்கியமிகஜங்களையே நம்பியிருக்கக்கூடாது. வேறு புது முறைகளைக் கண்டுபிடித்து உலகிற்கு நன்மையைக் கொடுக்கவேண்டியது விஞ்ஞானிகளின் கடமையல்லவா? சமயம்வருங்கால் ரஸாயன சாஸ்திரிகள் சும்மா விருப்பார்களா? புதிய முறைகளைக் கண்டுபிடித்தார்கள்.

காவெண்டிஷ் கண்டுபிடித்ததை முன்பேயே கூறியுள்ளோம். 1892-ம் வருஷம் "க்ரூக்ஸ்" (W. Crooks) என்பவர் காற்றைத் தீவிரமான மின்ஜ்வாலையில் எரித்து அதைப் பாக்கியகாமிலமாகவும் (Nitric acid) பாக்கியசாமிலமாகவும் (Nitrous acid) மாற்றலாமென்று கண்டார். ஸீமென்ஸ் (Siemens) என்பவர், மின்ஜ்வாலையின் வீச்சை ஒரு வீரியமின்காந்தத்தைக்கொண்டு அதிகரிக்கச்செய்ய, பாக்கியஜனகமும் பிராணவாயுவும் அதிக அளவில் ஐக்கியமானதைக் கண்டார். பின்செய்த சோதனைகள், உஷ்ணம் அதிகமாயிருக்க, விகாரத்தின் விளைவும் அதிகரித்திருக்குமென்று காட்டின. உதாரணமாக, 1811°-ல் 0·37% பாக்கியமிக-பிராணையும் (Nitric oxide-NO), 3200°-ல் 5% பாக்கியமிக-பிராணையும் உண்டாகும். ஏனெனில், இப்பிராணீகரண விகாரத்தில் உஷ்ணம் உட்கொள்ளப்படுகிறது.



$$N_2 + O_2 = 2NO - 2 \times 21600 \text{ கா.}$$

ஆனால் இவ்விகாரம் விபரீதமாய் நடக்குந்தன்மை பொருந்தியது.

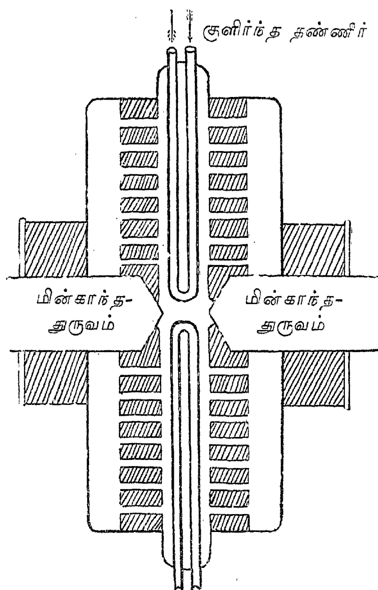


$$N_2 + O_2 \rightleftarrows 2NO$$

அதிக உஷ்ணநிலையில் ஸம்யோகம் அதிகமாய் ஏற்பட்டாலும் அவ்வுஷ்ணநிலையில் அது உடனே வியோகித்தும்விடும். ஆகையால் பாக்கியமிக-பிராணை உண்டானவுடன் விகாரமண்டலத்திலிருந்து அதை விலக்கி உடனே குளிரச்செய்யவேண்டியது மிகவும் அவசியம். அம்முறையில் அதிக மின்சாரம் தேவையாயிருப்பதால், எங்கு மின்சாரம் சுலபமாகவும், அதிகச் செலவில்லாமலுந் தயாரிக்கப்படுமோ, அங்கேதான், அம்முறையை அனுசரிக்கலாம். மலைப்பிரதேசங்களிலும் நீர் வீழ்ச்சியுள்ள இடங்களிலும் நீர் வீழ்ச்சியின் சக்தியாலே மின்சாரம் உண்டாக்கும் யந்திரங்களை ஓட்டி மின்சாரத்தை அதிகச் செலவில்லாமல் அடையலாம். ஸ்வீடன், நார்வே முதலிய தேசங்களில் அவ்விதமாக மின்சாரந் தயாரிக்கப்படுகிறது. ஸ்வீடன் தேசத்து இரண்டு ரஸாயன நிபுணர்களாகிய பர்க்லண்டும், ஐடும் (Birkeland and Eyde) அவ்வமிலத்தைத் தயாரிக்க ஓர் அபூர்வமுறையைக் கண்டுபிடித்தனர் (1903).

133-வது படத்திற் காட்டியபடி. தாமிரக்குழாய்களிரண்டும் மின்ஜ்வாலையை யுண்டாக்கும் துருவங்கள். அவைகளுக்குள் குளிர்ந்தநீரை விரைவாய்ப் பாய்ச்சிக்கொண்டிருக்கக் குழாய்கள் சூடாகி உருகிவிடாது. மின்துருவங்களுக்குக் குறுக்காக அமைந்திருப்பது ஒரு பலமான மின்காந்தம் (Electromagnet). அம்மின்காந்தமானது மின்ஜ்வாலையை வீசிப் பரவச்செய்யும். துருவங்கள் மின்சார ஓட்டத்திற்கு இணைக்கப்படும். மின்காந்தம் ஒரு துருவத்தில் மின்ஜ்வாலையை மின்சார முகம் மாறும்வரையில் படரச் செய்யும். மின்சாரமுகம் மாறியவுடன், மற்ற துருவத்தில் ஜ்வாலை தோன்றி வளரும். மின்காந்தத்தின் வேலையால், இரு துருவங்களும் விலகிக்கொண்டேபோவதால், ஒரு சமயத்தில் மின்சார ஓட்டம் நின்றுவிட, இரண்டு துருவங்களும் ஒடுங்கிவிடும். சுருங்கி ஒடுங்கிவிடவே மின்சார ஓட்டம் ஆரம்பித்து ஜ்வாலை முன்போலுண்டாகும். மறுபடியும் மின்சார ஓட்டம் நின்றுவிடும்.

இவ்விதம் ஓட்டம் உண்டாகியும் நின்றும் மாறி மாறிச் சென்றுகொண்டே இருக்கும். ஒரு விநாடி நேரத்தில் மின்சார ஓட்டம் 50 தரம் அவ்விதம் மாறும். மின் ஜ்வாலை ஒரு விநாடிக்குள் 50 தரம் உண்டாகி அணையும். உண்டாகி அணைவதற்குமுள்ள நேரம் மிக அற்ப அளவி



பர்க்லண்ட்-ஐட்-முறை

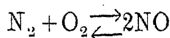
படம் 133

லேயே இருப்பதால், அணையாத வட்டத்தகடு வடிவுள்ள (6 அடி குறுக்களவு உள்ள) சுடர் தோன்றும். ஆகையால் அதை 'மின்சூரியன்' என்று சொல்லுதலும் உண்டு. மேற்கூறிய துருவங்கள் முதலியவை விசேஷச் செங்கல்லால் கட்டப்பட்டதும் எஃகுத் தகட்டால் மூடப்பட்டது

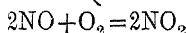
மான அறைக்குள்ளடைக்கப்பட்டிருக்கும். இரு துருவங்களுக்கிடையே காற்று வாதக ஆகர்ஷண யந்திரத்தால் இழுக்கப்படும். வெளிவரும் வாயு 1000°-ல் இருக்கும். இச்சூட்டில் பாக்கியமிக-பிராணீ NO வியோகிக்காது. அவ்வாயுவிலிருக்குஞ் சூடு, நீர்க்கொப்பறைகளைச் சூடு செய்ய உபயோகிக்கப்பட, 200°-க்குக் குறையும். இதன் நடுவில் பாக்கியமிக-பிராணீயும் பிராணவாயுவும் ஐக்கியமாகிப் பாக்கியஜனக-பர-பிராணீயாக மாறும். வாயுக் கலவையைச் சில குளிர்விக்கும் ஸ்தூபிகளின் வழியே செலுத்த உஷ்ணநிலை 50°-க்குக் குறையும். அங்கு வெளிவரும் வாயு சோஷிக்கும் ஸ்தூபிகளில் மேல்நோக்கிச் செல்லும். முதற் சில ஸ்தூபிகளில், அங்கு நிரப்பப்பட்டிருக்கும் கருங்கற்றுண்டுகளின் வழியாய் நீரிட்ட பாக்கியகாமிலம் கசிந்து சொட்டிக்கொண்டேயிருக்கும். அடுத்த ஸ்தூபியில் தண்ணீர் சொட்டிக்கொண்டிருக்கும். கடைசி ஸ்தூபியில் சிறிதளவு ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணீ சேர்ந்த ஸோடா உப்பு விலயனஞ் சொட்டிக்கொண்டிருக்கும். கடைசி ஸ்தூபியைத்தவிர மற்றவைகளில் பாக்கியகாமிலம் உண்டாகும். (இச்சோஷண முறைக்கு எதிர்ப் பாய்ச்சல் முறை (Counter current system) என்று பெயர். கடைசி ஸ்தூபியில் ஸோடிய-பாக்கியமிகஜமும் ஸோடிய-பாக்கியசஜமும் உண்டாகும். இவ்வழியில் 50% அமிலம் கிடைக்கும். அதை அதைப்போலிரண்டு பங்கு சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் சேர்த்துக் கற்றுண்டுகளுள்ள ஸ்தூபியின் வழியே இறங்கச் செய்வார்கள். இவ்விரு அமிலங்கள் கலக்கும்போதுண்டாகும் சூட்டில் சுண்டின பாக்கியகாமிலம் ஸ்தூபியின் மேற்பாகத்திலேயே கொதித்து வடியும். ஸ்தூபியினடியில் நீராவியைச் செலுத்த, கந்தகிகாமிலத்திற் கரைந்து நின்ற பாக்கியமிக-பிராணீ விலகும். இக்கந்தகிகாமிலத்தைத் திரும்பச் சுண்டவைத்து உபயோகிப்பார்கள். அல்லது அமிலத்தைச் சுண்ணாம்புக் கற்களுடன் விகாரிக்கச் செய்து, கால்ஸிய-பாக்கியமிகஜத்தைத்

தயாரித்து அதை உரமாக விற்கிறார்கள். அதற்கு நார்வீஜிய-வெடியுப்பு (Norwegian saltpetre) என்ற பெயருமுண்டு. கால்ஸிய-பாக்கியமிகஜம் கசியுந்தன்மையுடையதால், அதைச் சுண்ணாம்புடன் க்ஷார-பாக்கியமிகஜமாக் (basic nitrate) மாற்றி வெளியூர்களுக்கு அனுப்புவார்கள்.

நார்வீஜிய-வெடியுப்பு ஸோடிய-பாக்கியமிகஜத்தை விட மேலான உரம். அதிலுள்ள சுண்ணாம்பு பூசாரத்தை விருத்திசெய்யவல்லது. இங்கு நடக்கும் விகாரங்களைக் கீழேயுள்ள சமீகரணங்களால் காட்டலாம்.



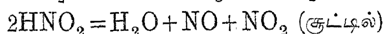
$$N_2 + O_2 \rightleftarrows 2NO$$



$$2NO + O_2 = 2NO_2$$



$$2NO_2 + H_2O = HNO_3 + HNO_2$$



$$2HNO_2 = H_2O + NO + NO_2$$ (சூட்டில்)

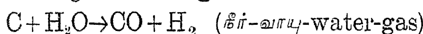
பாக்கியமிக-பிராணை உடனே பாக்கியஜனக-பர-பிராணையாக விகார மண்டலத்திலுள்ள பிராணவாயுவால் மாற்றப்படும். விகாரந் திரும்பத் திரும்ப நடக்கும்.

மேலே விவரித்த முறை, பலவிதங்களில் சீர்ப்படுத்தப்பட்டு, பலவிடங்களில் அனுசரிக்கப்பட்டுவருகிறது. ஆனால் இப்பொழுது அநேகமாய்ப் பல தேசங்களில் கையாளப்பட்டுவரும் முறை, காற்றிலுள்ள பாக்கியஜனக வாயுவை அமோனியாவாக மாற்றி, அவ்வமோனியாவைப் பாக்கியகாமிலமாக பிராணீகரணஞ் செய்வதே. ஆகையால் அதைப்பற்றி இங்கு விரிவாக உரைப்போம்.

அமோனியாவைத் தயாரிக்கும் விதம்:— (1) ஜ்வலிக்கிற கரித்தணல்களின்மேல், பிளாடினத்தை ஸ்பர்சகர்த்தாவாக அமைத்து, காற்றும் நீராவியுஞ் சேர்ந்த கலவையை அனுப்ப, அமோனிய-பிபீலிகஜம் (ammonium formate) உண்டாகும். அதைச் சுண்ணாம்புடன் சூடுசெய்ய அமோனியா வெளிவரும்.

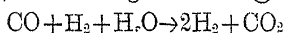
(2) ஹேபர்-பாஷ்-முறை (Haber Bosch process) அம்முறைக்கு வேண்டிய முதற்பொருள்களாவன :—காற்று, தண்ணீர், கல்கரி, பழுப்புநிலக்கரி, கால்ஸிய-கந்தகிகஜத்தாது (anhydrite). அம்முறையில் விளையும் பொருள்கள் :—அமோனியா, அமோனிய-கந்தகிகஜம், பாக்கியகாமிலம், கால்ஸிய-பாக்கியமிகஜம், மிதில சாராயம் (CH_3OH-methyl alcohol) யூரியா (Urea). அம்முறையில் ஒரு பொருளாவது நஷ்டமாவதில்லை.

அப்ஜனகத்தைத் தயாரித்தல் :—சூடான கல் கரி (Coke) மேல் நீராவியைச் செலுத்த இங்கால-ஏக-பிராணையும் அப்ஜனகமும் உண்டாகும்.



$$C + H_2O \rightarrow CO + H_2$$ (நீர்-வாயு-water-gas)

வியாபக உபகரணங்கொண்டு இரண்டு வாயுக்களையும் பிரிக்கலாம் அல்லது வாயுக்கலவையுடன் இன்னும் நீராவியைச் சேர்த்து உரியஸ்பர்சகர்த்தா மேலனுப்ப, இங்கால-துவி-பிராணையும் அப்ஜனகமும் உண்டாகும்.



$$CO + H_2 + H_2O \rightarrow 2H_2 + CO_2$$

வாயுக்கலவையை 30 வாயுமண்டல அழுக்கநிலையில் தண்ணீரில் செலுத்த, இங்கால-துவி-பிராணை கரைந்துவிடும். பின்பு அமோனியாவில் கரைந்த தாம்ரச-ஹரிதகை விலயனத்தில் (ammoniacal cuprous chloride) வாயுக்கலவையைச் செலுத்த, மீதி நிற்கும் 1% இங்கால-ஏக-பிராணையுங் கரைந்துவிடும். கடைசியில் அப்ஜனகமே வெளி வரும்.

பாக்கியஜனகத்தைத் தயாரித்தல் :—பெரிய தொழிற்சாலைகளில் உபயோகிக்கப்படும் எரிபொருளாகிய நிலக்கரி காற்றில் எரிய, இங்கால-ஏக-பிராணையும் இங்கால-துவி-பிராணையும் உண்டாகிப் பாக்கியஜனகத்துடன் கலந்து நிற்கும். இக்கலவைக்கு உலைக்காற்று (Producer gas) என்று பெயர். மேலே குறிப்பிட்டபடி, இங்காலப் பிராணைகளை உலைக்காற்றில் இருந்து பிரித்துவிட, பாக்கிய

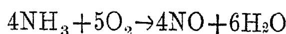
ஜனகம்மட்டும் நிற்கும். அல்லது பாக்கியஜனகத்தைத் திரவக்காற்றிலிருந்து தயாரித்துக்கொள்ளலாம். இங்ஙனந் தயாரித்த பாக்கியஜனகத்தை வேண்டிய அளவு அப்ஜனகத்துடன் கலந்துகொள்ளவேண்டும். உரிய அளவில் உலேக்காற்றையும் நீர்-வாயுவையுஞ் சேர்த்து, மேலேகண்ட படி சுத்திசெய்ய, அப்ஜனகமும் பாக்கியஜனகமும் விகாரத்திற்கு வேண்டிய அளவில் வெளிவரும். பாக்கியஜனக வாயு குறைந்து காணப்பட்டால், பிண்டே திரவக்காற்றுக் கருவியினின்று அதை வேண்டிய அளவிற்குச் சேர்த்துக்கொள்ளலாம். இவ்விதத்தில்தான் பாக்கியஜனக-அப்ஜனக வாயுக் கலவை ஹேபர்பாஷ் முறையில் தயாரிக்கப்படுகிறது.

வாயுக்கலவையை 200 வாயுமண்டல அமுக்கநிலேக்குள்ளாக்கி, அமோனியாச் செய்யும் ஸ்தூபிகளில் செலுத்துகிருர்கள். மூன்றடிக்குறுக்களவும் 40 அடி உயரமுள்ள எஃகால் செய்யப்பட்ட ஸ்தூபிகளில், திட்டமான மணிபோன்ற அயிக-பிராணே, இன்னுஞ் சில வர்த்தனிகளுடன் சேர்ந்து நிரம்பிநிற்கும். ஸம்யோகத்திற்கு அனுகூலமான விகாரத்தில் வெளிவருஞ் சூடு, ஸ்தூபிகளே 500° உஷ்ணநிலேயில் வைத்துக்கொள்ளும். அச்சந்தர்ப்பத்தில் 10% வாயுக்கலவையே அமோனியாவாக மாறும். ஆகையால் உண்டான அமோனியாவை அதே உயர்ந்த அமுக்க நிலேயில் கரையவிட்டு, வாயுக்கலவையைத் திரும்பத்திரும்ப அமோனியா செய்யும் ஸ்தூபிகளுக்குள்ளனுப்புவார்கள். விலயனத்தைத் தாக்கிக்கொண்டிருக்கும் அமுக்கநிலேயைச் சாதாரண அமுக்கநிலேக்கு விடுவித்துப் பின்பு விலயனத்தைக் கொதிக்கவிட அமோனியா முற்றிலும் வெளிவரும்.

அமோனியாவைப் பிராணீகரணமுறையால் பாக்கியகாமிலமாக மாற்றுதல்

தயாரிக்கப்பட்ட அமோனியாவை வேண்டிய அளவு காற்றுடனுவது பிராணவாயுவுடனுவது கலந்து, விசேஷ

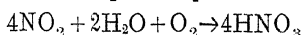
முறையில் தயாரித்த அயிக-பிராணையுள்ள (ஸ்பர்சகர்த்தா) ஸ்தூபிகளுக்குள் கலவையைச் செலுத்துவார்கள். சில தொழிற்சாலைகளில், அலுமீனியக்குழாய்க்குள்ளடைக்கப் பட்ட பிளாடினத்தின் வழியே (ஆஸ்ட்வால்ட் முறை) வாயுக்கலவையைச் செலுத்துகிறார்கள். அயிக-பிரா ணையை உபயோகிக்க 70-75% விளைவுதான் ஏற்படும். இத்துடன் பிஸ்மத-பிராணை போன்ற சில துரிதகாரகங் களைச் சேர்க்க விளைவு அதிகப்படும். பிளாடினத்தை உப யோகிக்க 95-98% விளைவு ஏற்படும். ஆனால், பிளாடினம் அதிக விலையுள்ளதாகவும் எளிதில் நஞ்சுப்பொருள்களால் பிடிக்கப்பட்டுச் சக்தியையிழக்குந் தன்மையுடையதாகவு முள்ள ஒரு பொருள். விகாரத்தில் முதலில் பாக்கியமிக-பிராணையுண்டாகிப் பின், அது பிராணவாயுவுடன் சேர்ந்து பாக்கியஜனக-பர-பிராணையாக மாறும். அவ்வாயுக்கலவை தண்ணீர் சொட்டும் ஸ்தூபிக்குள்ளனுப்பப்படும். தண் ணீரில் அது பிராணவாயு சம்மந்தப்பட்டிருக்கும் நிலையில் கரைய, பாக்கியகாமிலமுண்டாகும்.



$$4NH_3+5O_2\rightarrow 4NO+6H_2O$$



$$4NO+2O_2\rightarrow 4NO_2$$



$$4NO_2+2H_2O+O_2\rightarrow 4HNO_3$$

சுத்திசெய்தல் ;—வெடியுப்பிலிருந்து தயாரிக்கப் படும் பாக்கியகாமிலத்தில் ஹரிதகம், பாடலகம், கந்தகி காமிலம், இரும்பு, ஸோடிய-கந்தகிகஜம், பாக்கியஜனக-பர-பிராணை முதலிய அசுத்தங்களிருக்கும். அதனுடன் இரஜத-பாக்கியமிகஜத்தையும் பேரிய-பாக்கியமிகஜத்தை யுஞ் சேர்க்க, ஹரிதக இனங்களும் கந்தகப் பொருள்க ளும் அவபதித்துவிடும். பின்பு அதை வடிகட்டிக் குறைந்த அமுக்க நிலையில் கண்ணாடி வாலைகளில் காய்ச்சி வடித்துச் சுத்திசெய்யலாம். காற்றையாவது கரியமில வாயுவையாவது இளஞ்சூடுள்ள அமிலத்தில் கொப்புளிக் கச்செய்ய, பாக்கியஜனக-பர-பிராணை வெளியேறி விலகும்.

சுத்திசெய்த அமிலம் இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்து டன் அவபதிதத்தைக் கொடுக்காது.

பௌதிக குணங்கள் :— மிகக் குளிர்ந்த நிலையில் தான் 100% அமிலமானது நிறமற்ற ஸ்படிக ஸ்திதியில் நிலையுள்ளதாயிருக்கும். அதன் உருகு நிலை —41·5°ச. அது எளிதில் வெடிக்கவல்லது. அதன் திண்மை 1·53. சாதாரண உஷ்ணநிலையில் 98·6% அமிலம் நிலையுள்ளது. அந்நிறமற்ற திரவம் காற்றுப்படப் புகையும். அதைக் குறைந்த அழுக்க நிலையில் வியோகமேற்படாமல் காய்ச்சி வடிக்கலாம். ஆனால் சாதாரண அழுக்கநிலையில் அது 86°-ல் சிறிது வியோகமடைந்து கொதிக்கும். அது தண்ணீரில் எவ்வளவிலுங் கரையும். விலயனத்தைக் கொதிக்கவிட, திட்டக்கொதிநிலை மிச்ரத்தைஅடையலாம். மிச்ரத்தில் 68% அமிலமிருக்கும், அதன் கொதிநிலை 120·5°ச (760 மி. மீ. அழுக்கத்தில்). இதன் திண்மை 1·414. வியாபார முறையிற் கிடைக்கும் சுண்டின அமிலத்தின் பலம் 16 வி.

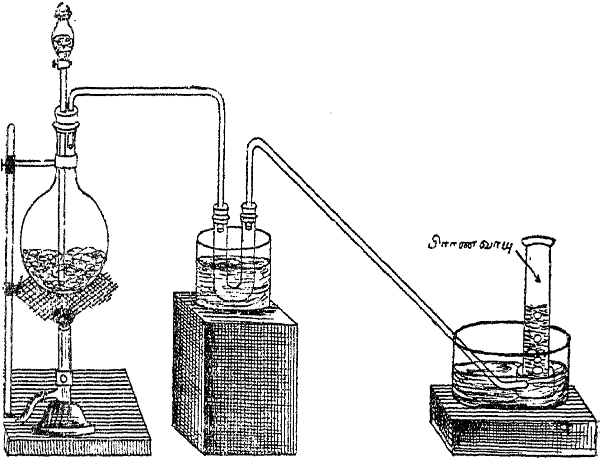
ரஸாயன குணங்கள் :— அமிலம் சூட்டினால் வியோகிக்கப்படும். 134-வது படத்திற் காட்டிய உபகரண ஜோடனையில் உருண்டைக் கூஜாவிலுள்ள சூடான கிட்டக் கற்றுண்டுகளில் சுண்டின பாக்கியகாமிலத்தைப் பெய் குழலினின்று சொட்டவிட, நீராவி, பாக்கியஜனக-பரபிராணை, பிராணவாயு என்பன உண்டாகும்.



$$4HNO_3 \rightarrow 2H_2O + 4NO_2 + O_2$$

வெளிவரும் வாயுவைச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தில் கழுவி உறைமிச்ரத்திலிருக்கும் 'U' குழாயின் வழியே செலுத்திப் பின்பு வெளிவரும் வாயுவைத் தண்ணீரின் மேல் சேகரித்து, அவ்வாயுவைப் பரீக்ஷிக்க, அது பிராணவாயுவென்று காண்பாய். 'U' குழாயில் பாக்கியஜனக-பர-பிராணை திரவஸ்திதியில் தங்கிநிற்கும். பாக்கியகாமில

ஆவி சூரிய வெளிச்சத்தில் வியோகிக்குந் தன்மையுடை யது. அவ்வமிலம் சதை முதலியவைகளை அரித்துத் தின் னும் வீரிய குணமுடையது. சில சமயங்களில் அதனல் ஏற்படும் புண்கள் ஆறமாட்டா. நீரிட்ட அமிலம்



பாக்கியகாமிலத்தை விபாகித்தல்

படம் 134

தோலில் பட அவ்விடம் மஞ்சளாக மாறும் (க்ஸாக்தோப் ரோடீயிக்காமிலம் Xanthoproteic acid உண்டாவதால்). பாக்கியகாமிலம் ஒரு வீரிய வர்த்தனி.

(1) சூடான ரம்பத்தூள்மேல் அதைச் சொட்ட விட, தூள் பற்றியெரியும். (புகையுமமிலத்தை உபயோ கிப்பது மிக்க நலம்)

(2) புகையும் அமிலத்திற்குள் கரித்தணலைத் தணிக்க, அது பற்றி எரியும்.

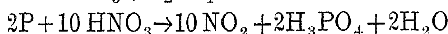
(3) கிண்ணத்திலுள்ள பாக்கியகாமிலத்தில் கற்பூரத் தைலத்தைச் சொட்டவிட, அது பற்றி எரியும்.

(4) பாக்கியகாமிலத்துடன் கந்தகத்தைக் கொதிக்கவிட, கந்தகிகாமிலமுண்டாகும்.

அதே விதமாகப் பாஸ்வரத்தைப்[1] பாஸ்வரிகாமிலமாகவும், பாடலகத்தைப் பாடலகிகாமிலமாகவும், பாஷாணசாமிலத்தைப் பாஷாணிகாமிலமாகவும், அஞ்சனத்தை அஞ்சனிகாமிலமாகவும், அயச உப்புக்களை அயிக உப்புக்களாகவும், வங்கத்தை வங்கிக-பிராணையாகவும் மாற்ற பாக்கியகாமிலம் வல்லது. இவை அமிலத்தின் உயர்வான பிராணீகரண சக்தியை விளக்குகின்றன.



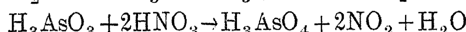
$$S + 2HNO_3 \rightarrow H_2SO_4 + 2NO$$



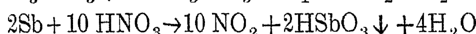
$$2P + 10\,HNO_3 \rightarrow 10\,NO_2 + 2H_3PO_4 + 2H_2O$$



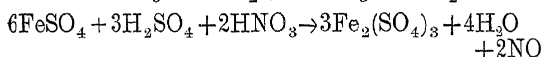
$$3I_2 + 10\,HNO_3 \rightarrow 6HIO_3 + 10\,NO + 2H_2O$$



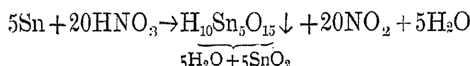
$$H_3AsO_3 + 2HNO_3 \rightarrow H_3AsO_4 + 2NO_2 + H_2O$$



$$2Sb + 10\,HNO_3 \rightarrow 10\,NO_2 + 2HSbO_3 \downarrow + 4H_2O$$



$$6FeSO_4 + 3H_2SO_4 + 2HNO_3 \rightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + 4H_2O + 2NO$$



$$5Sn + 20HNO_3 \rightarrow \underbrace{H_{10}Sn_5O_{15}}_{5H_2O + 5SnO_2} \downarrow + 20NO_2 + 5H_2O$$

அயச உப்பு அயிக உப்பாகுஞ் சமயத்தில் வெளிவரும் பாக்கியமிக-பிராணை (NO) அயச உப்புடன் கலந்து ஒரு கரும் பழுப்பு நிறமுள்ள பொருளைக் கொடுக்கும்.

பஞ்சுடன், பாக்கியகாமிலஞ் சேர்ந்து வெடிப் பஞ்சைக் (Gun-cotton) கொடுக்கும். க்ளிஸரீனுடன் (Glycerine) சேர்ந்து எளிதிலும் அதிக அதிர்ச்சியுடனும் வெடிக்கக்கூடிய நைட்ரோக்ளிஸரீனைக் (Nitro-glycerine)

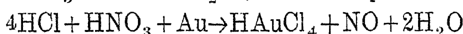
[1] மஞ்சள் பாஸ்வரத்தை உபயோகிக்கும் இச்சோதனை மெத்த மோசமானதாகையால் கடுகளவு பாஸ்வரத்திற்குமேல் போடக்கூடாது.

கொடுக்கும். பீனாலுடன் (Phenol) சேர்ந்து பிக்ரிக் அமிலம் (Picric acid) என்ற ஒரு வெடிபொருளையுங் கொடுக்கும்.

மூன்று பங்கு அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலமும் ஒரு பங்கு பாக்கியகாமிலமுஞ் சேர்ந்த கலவை ஸ்வர்ணம், பிளாடினம் முதலிய சாதாரண அமிலங்களில் கரையாத உலோகங்களைக் கரைக்குந் தன்மையுடையது. ஆனதுபற்றியே அதற்கு "இராஜநீர்" (Aqua Regia) என்ற பெயர் வந்தது. அவ்வபூர்வ திராவணத்தை "மஹாதிராவகரஸம்" என்று இந்து ரஸாயன நூல்கள் கூறுகின்றன. ஸ்வர்ணம், பிளாடினம் முதலியவை, கரைவதற்குக் காரணம், ஜனித ஹரிதகமென்று கருதப்படுகிறது. பாக்கியகாமிலம் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தை ஹரிதகமாக விருத்தி செய்கிறது.



$$HNO_3 + 3HCl \rightarrow 2H_2O + NOCl + Cl_2$$

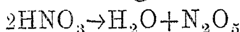


$$4HCl + HNO_3 + Au \rightarrow HAuCl_4 + NO + 2H_2O$$

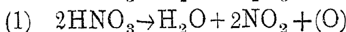
உலோகங்களுடன் விகாரித்தல் :

மிகச் சுத்தமான அமிலத்தில் இங்காலிகஜங்களும் உலோகங்களுங் கரைவதில்லை. ஆனால் சாதாரண அமிலத்தில் ஸ்வர்ணம், பிளாடினம், இறிடியம், ரோடியம் இவைகளைத்தவிர மற்ற எல்லா உலோகங்களும், உலோகப் பிராணைகளும், அப்ஜ-பிராணைகளும், இங்காலிகஜங்களுங் கரையும். அக்கரைக்குந் தன்மைபற்றியே அதற்கு "வீரியநீர்" அல்லது "மஹா-திராவணம்" என்ற பெயர் வந்தது. உலோகங்களுடன் பாக்கியகாமிலஞ் சேர்ந்து உண்டாகும் விகாரங்கள் யாவும் மிகச் சிக்கலானவை. ஏனென்றால், முக்கிய விகாரமானது, பல பக்கவிகாரங்களால் தடைப்படுகிறது. விகாரமானது, உலோகம், உஷ்ணநிலை, அமிலத்தின் சுத்தம், அமிலத்தின் பலம், விகார மண்டலத்தில் சேரும் விளை-பொருள்களின் பிரமாணம் இவைகளைப் பொறுத்திருக்கும். மற்ற அமிலங்களுக்கு

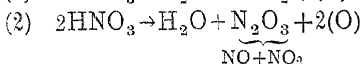
நேர்விரோதமாகப் பாக்கியகாமிலத்திலிருந்து உலோகங்கள் அப்ஜனகத்தை விலக்குவதில்லை. விகாரங்களெல்லாம் பிராணீகரணத்தைக் காட்டுபவை. பாக்கியகாமிலம் ஒரு வர்த்தனி. பிராணீகரணத்திற்கு வேண்டிய பிராணவாயு அமிலத்தினின்று பின் குறிப்பிட்ட வகைகளில் வரலாம்.



$$2HNO_3 \rightarrow H_2O + N_2O_5$$



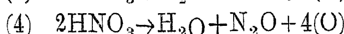
$$(1) \quad 2HNO_3 \rightarrow H_2O + 2NO_2 + (O)$$



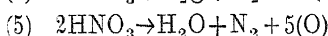
$$(2) \quad 2HNO_3 \rightarrow H_2O + \underbrace{N_2O_3}_{NO+NO_2} + 2(O)$$



$$(3) \quad 2HNO_3 \rightarrow H_2O + 2NO + 3(O)$$

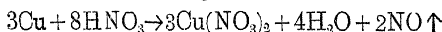


$$(4) \quad 2HNO_3 \rightarrow H_2O + N_2O + 4(O)$$



$$(5) \quad 2HNO_3 \rightarrow H_2O + N_2 + 5(O)$$

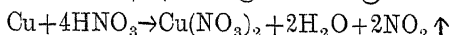
(1) தாமிரமும் பாக்கியகாமிலமுஞ் சேர்ந்த விகாரங்களில் விளைபொருள்கள் எவையென்று கவனிப்போம். நீரிட்ட பாக்கியகாமிலத்தைத் தாமிரத் துண்டுகளின்மேல் வார்க்க, தாமிரம் கரைந்து தாமிர-பாக்கியமிகஜமாக (Copper nitrate) மாறும்; பாக்கியமிக-பிராணை வெளிவரும். உபகரணத்தைவிட்டு வெளிவரும் அவ்வாயு, காற்றிலுள்ள பிராணவாயுவுடன் சேர்ந்து சிவந்த பாக்கியஜனக-பர-பிராணையாக மாறும்.



$$3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 4H_2O + 2NO \uparrow$$

ஆனால் விகாரமண்டலத்தில் தாமிர-பாக்கியமிகஜம் அதிகரித்துக்கொண்டே வருவதாலும் அமிலத்தின் பலங் குறைந்துகொண்டே வருவதாலும் பாக்கியச-பிராணையும் (Nitrous oxide N_2O) பாக்கியஜனகமும் வெளிவரலாம்.

(2) சுண்டின பாக்கியகாமிலத்தைத் தாமிரத் துண்டுகளின்மேல் வார்க்க, தாமிர-பாக்கியமிகஜமும் பாக்கியஜனக-பர-பிராணையும் தண்ணீரும் உண்டாகும்.

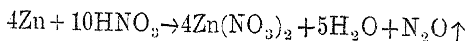


$$Cu + 4HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2H_2O + 2NO_2 \uparrow$$

ஸீஸத்துடனும் இரஸத்துடனும் மேற்கண்டவிதமே விகாரம் நடக்கும். இரஸத்துடன் விகாரிக்குஞ் சமயத்

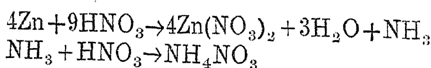
தில் அமிலம் அதிகமாயிருக்க, இரசிக-பாக்கியமிகஜமும் (Mercuric nitrate) உலோகமதிகமாயிருக்க இரச-பாக்கியமிகஜமும் (Mercurous nitrate) உண்டாகும். வங்கத்துடன் நீரிட்ட அமிலம் விகாரிக்க வங்கச-பாக்கியமிகஜமுண்டாகும் (Stannous nitrate). சுண்டின அமிலத்துடன், வங்கிக-பாக்கியமிகஜமுண்டாகலாம். ஆனால் விகாரத்திலேற்படுஞ் சூட்டாலும், தண்ணீராலும் அது வியோகித்து, வங்கிக-பிராணையாக (Stannic oxide) மாறும்.

(3) சாதாரண நீரிட்ட அமிலம் நாகத்துடன் விகாரிக்கப் பாக்கியச-பிராணை வெளிவரும்.

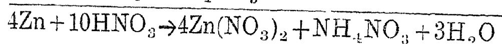


$$4Zn + 10HNO_3 \rightarrow 4Zn(NO_3)_2 + 5H_2O + N_2O \uparrow$$

அமிலம் மேற்கண்டதைவிடச் சுண்டினதாயிருக்குமேயானால், பாக்கியகாமிலம் கடைசிக் குறைவுநிலையாகிய அமோனியாவாக மாறும்.



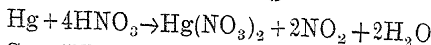
$$4Zn + 9HNO_3 \rightarrow 4Zn(NO_3)_2 + 3H_2O + NH_3$$
$$NH_3 + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$$



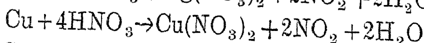
$$4Zn + 10HNO_3 \rightarrow 4Zn(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O$$

(4) நீரிட்ட விலயனத்துடன் இரும்பு விகாரிக்க அமோனிய-பாக்கியமிகஜமுண்டாகும்.

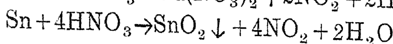
பொதுவாகச் சொல்லுமிடத்து, சுண்டின பாக்கியகாமிலத்துடன் விகாரிக்க, பாக்கியஜனக-பர-பிராணையே முக்கிய விளைவு. வங்கத்தைத்தவிர மற்ற உலோகங்கள் தத்தம் பாக்கியமிகஜங்களாக மாறும்.



$$Hg + 4HNO_3 \rightarrow Hg(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$$



$$Cu + 4HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$$



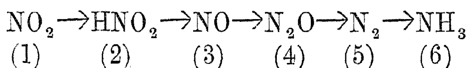
$$Sn + 4HNO_3 \rightarrow SnO_2 \downarrow + 4NO_2 + 2H_2O$$

நீரிட்ட அமிலத்துடனேற்படும் விகாரம் எவ்விதஞ்செல்லுமென்று பொதுவாகச் சொல்லிவிடமுடியாது. உஷ்ணநிலை அதிகரிக்க அதிகரிக்க, க்ஷயீகரணமும் அதிகமாய் நடக்கும். ஆனால் எல்லாச் சந்தர்ப்பங்களிலும் இங்ஙனம்

நிகழாது. இன்னும் நாகம்போன்ற உயர்தர க்ஷயகாரிகள் தாமிரம்போன்ற உலோகங்களைவிட, அமிலத்தை அதிக அளவில் க்ஷயீகரிக்கவல்லவை என்று பொதுவாகச் சொல்லிவிடலாம்.

விகாரத்தின் காரணங்களைப்பற்றி மூன்றுவித அபிப்பிராயங்களிருக்கின்றன. அவையாவன:—(i) அமிலத்திலிருந்துண்டாகும் அப்ஜனகம் தனித்து வெளிவராமல் ஒரு வீரிய க்ஷயகாரியாக நடிக்கிறது. (ii) அமிலம் உலோகத்தை முதலில் பிராணையாக மாற்றுகிறது. (iii) பாக்கியசாமிலமே பிராணீகரணத்திற்குக் காரணம். பாக்கியசாமிலம் பாக்கியகாமிலத்தில் ஓர் அசுத்தமாக இருக்கலாம்; அல்லது விகாரத்தில் முதல் முதலில் ஏற்படலாம். இம்மூன்று கொள்கைகளைப்பற்றியும் முறையே கவனிப்போம்.

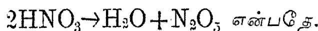
(i) அவற்றுள் முதலாவது, உலோகம் பாக்கியகாமிலத்தினின்று அப்ஜனகத்தை முதலில் விலக்கும் என்பது. ஜனித அப்ஜனகம் வீரிய க்ஷயகாரி; பாக்கியகாமிலம் ஒரு வீரிய வர்த்தனி. பஞ்சும் நெருப்பும் ஒன்றையொன்று தொட்டுநிற்க விகாரிக்காமலிருக்குமா? அதே மாதிரி க்ஷயகாரியைத் தண்ணீராக வர்த்தனி மாற்ற, தானும் க்ஷயகாரியாய் பல நிலைகளுக்குக் குறைவுபடுகிறது. பாக்கியகாமிலத்திலிருந்து அப்ஜனகம் சாதாரணமாக ஓர் உலோகத்தால் விலக்கப்படாது என்று கூறினோமல்லவா? ஆனால் அதிக நீர் சேர்ந்த அமிலத்தில் மாக்னீஸியத்தையாவது மாங்கனஜத்தையாவது போட, மற்ற வாயுக்களுடன் அப்ஜனகமும் சிறிது வெளிவரும்.



$$\underset{(1)}{NO_2} \rightarrow \underset{(2)}{HNO_2} \rightarrow \underset{(3)}{NO} \rightarrow \underset{(4)}{N_2O} \rightarrow \underset{(5)}{N_2} \rightarrow \underset{(6)}{NH_3}$$

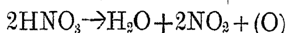
ஒவ்வொரு க்ஷயீகரண விகாரத்தையும் சுலபமாகச் சமீகரணித்துக் காட்டலாம். இது ஒரு பிரும்ம வித்தையல்ல. விகாரத்தின் போக்கையும் உண்மையையுந் தெரிந்

துகொண்டுவிட்டால் சமீகரணத்தையெழுதுவது கஷ்டமே இல்லை. முக்கியமாய், நாம் ஞாபகத்தில் வைத்துக் கொள்ளவேண்டிய சமீகரணம்

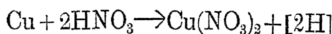

$$2HNO_3 \rightarrow H_2O + N_2O_5$$ என்பதே.

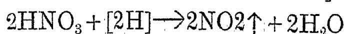
பாக்கியஜனக-பஞ்ச-பிராணே மேலே குறித்தபடி, 6 நிலைகளுக்கும் படிப்படியாகக் குறைவதாய் வைத்துக் கொள்வோம்.

(1) முதலில் அது பாக்கியஜனக-பர-பிராணேயாகக் குறைகிறது என்று வைத்துக்கொள்வோம்.

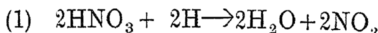

$$2HNO_3 \rightarrow H_2O + 2NO_2 + (O)$$

பிராணீகரணத்திற்குத் தயாராக ஒரு பிராணவாயு பரமாணு இருக்கிறது. ஜனித அப்ஜனகத்தின் இரண்டு பரமாணுக்களுடன் அது சேர்ந்து தண்ணீராக மாறிவிடும். ஆகையால் அமிலத்திலிருந்து இரண்டு அப்ஜனகபரமாணுக்கள் தேவையாயிருக்கின்றன. தாமிரத்துடன் நடக்கும் விகாரத்தை எடுத்துக்கொள்ளுவோம்.


$$Cu + 2HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + [2H]$$


$$2HNO_3 + [2H] \rightarrow 2NO2\uparrow + 2H_2O$$

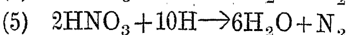
மேலே குறிப்பிட்டபடி விவகரித்துக்கொண்டே போக, பாக்கியகாமிலம் குறைவுபடும் நிலைமைகளை அடியிற் கண்ட சமீகரணங்கள் குறிக்கும்.

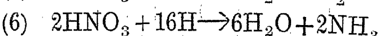

(1) $2HNO_3 + 2H \rightarrow 2H_2O + 2NO_2$


(2) $2HNO_3 + 4H \rightarrow 2H_2O + 2HNO_2$


(3) $2HNO_3 + 6H \rightarrow 4H_2O + 2NO$

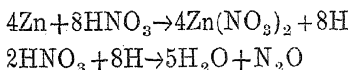

(4) $2HNO_3 + 8H \rightarrow 5H_2O + N_2O$


(5) $2HNO_3 + 10H \rightarrow 6H_2O + N_2$


(6) $2HNO_3 + 16H \rightarrow 6H_2O + 2NH_3$

குறித்த நிலையில் விளைவு பொருள்களையும் எடுத்துக் கொண்ட பொருள்களையும் அறிவோமாகில், விகாரத்தின் போக்கைச் சமீகரணமூலமாக எளிதில் விளக்கிக்காட்ட

லாம். உதாரணமாக: நாகம் ஏதோ ஒரு பலமுள்ள பாக்கியகாமிலத்துடன் விகாரிக்கப் பாக்கியச-பிராணை வெளி வருகிறதென்று வைத்துக்கொள்வோம். பாக்கியச-பிராணை மேலே குறித்த 4-வது சமீகரணத்தில் காணப்படுகிறது. அவ்விகாரத்திற்கு 8 அப்ஜனக பரமாணுக்கள் தேவை. 8 அப்ஜனக பரமாணுக்களை 8 அணு பாக்கியகாமிலத்திலிருந்து அடையலாம். 8 பரமாணு அப்ஜனகத்தை 4 பரமாணு நாகம் விலக்கும். இவைகளையெல்லாந் துண்டு துண்டாக சமீகரணங்களால் காட்டுவோம்.

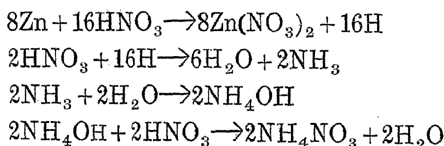


$$4Zn + 8HNO_3 \rightarrow 4Zn(NO_3)_2 + 8H$$
$$2HNO_3 + 8H \rightarrow 5H_2O + N_2O$$

இருபக்கங்களிலுமுள்ள சம அம்சங்களை எடுத்துவிட

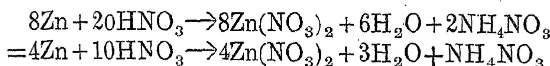
$$4Zn + 10HNO_3 \rightarrow 4Zn(NO_3)_2 + 5H_2O + N_2O\uparrow$$

நாகம் சில சமயங்களில் அமோனியாவைக் கொடுக்குமென்று குறித்தோமல்லவா? அமோனியா உண்டாவது 6-வது சமீகரணத்தில் காணப்படுகிறது. முன்போல் விவரிக்க



$$8Zn + 16HNO_3 \rightarrow 8Zn(NO_3)_2 + 16H$$
$$2HNO_3 + 16H \rightarrow 6H_2O + 2NH_3$$
$$2NH_3 + 2H_2O \rightarrow 2NH_4OH$$
$$2NH_4OH + 2HNO_3 \rightarrow 2NH_4NO_3 + 2H_2O$$

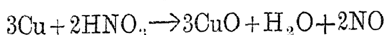
அமோனியா உண்டாகியவுடன், அது க்ஷாரகுணமுடையதாதலால் அமிலத்துடன் விகாரித்து, அமோனிய-பாக்கியமிகஜத்தைக் கொடுக்குமல்லவா? மேலே காட்டிய 4 சமீகரணங்களையும் கூட்டித் திட்டங்கட்ட



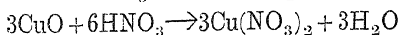
$$8Zn + 20HNO_3 \rightarrow 8Zn(NO_3)_2 + 6H_2O + 2NH_4NO_3$$
$$= 4Zn + 10HNO_3 \rightarrow 4Zn(NO_3)_2 + 3H_2O + NH_4NO_3$$

(ii) இரண்டாவது கொள்கைக்காரர்கள், பாக்கியகாமிலம் முதலில் உலோகத்தைப் பிராணையாக விருத்தி

செய்கிறதென்றும், அதன்பின் பிராணை அமிலத்தில் கரைகிறதென்றும், விவகரிக்கிறார்கள்.

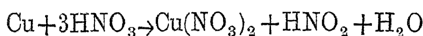


$$3Cu + 2HNO_3 \rightarrow 3CuO + H_2O + 2NO$$



$$3CuO + 6HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 3H_2O$$

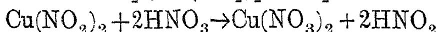
(iii) தாமிரம், இரஜதம், இரஸம், பிஸ்மதம் இவைகள் குளிர்ந்த நீரிட்ட கந்தகிகாமிலத்துடனாவது அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடனாவது விகாரிப்பதில்லை. ஆகையால் அவைகள் பாக்கியகாமிலத்தை, ஜனித அப்ஜனகத்தால் குறைந்த நிலைக்குக் கொண்டுவர முடியாதனவாயிருக்க வேண்டுமென்று தோன்றுகிறது. அவைகள் சுத்தமான நீரிட்ட பாக்கியகாமிலத்துடன் சாதாரண உஷ்ண நிலையில் விகாரிப்பதில்லை. சூடுசெய்தால்தான் விகாரமேற்படும். அமிலத்தில் பாக்கியசாமிலமிருக்குமாயின் விகாரம் ஏற்படும். பாக்கியசாமிலம் ஒரு ஸ்பர்சகர்த்தாவாக வேலை செய்கிறதுபோலும். இது வேலியின் (Veley) அபிப்பிராயம்.



$$Cu + 3HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + HNO_2 + H_2O$$



$$Cu + 4HNO_2 \rightarrow Cu(NO_2)_2 + 2H_2O + 2NO$$



$$Cu(NO_2)_2 + 2HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2HNO_2$$

இவ்விதமாய் அபிப்பிராய பேதங்கள் விகாரத்திற்கேற்றவாரிருப்பதால், விகாரங்களின் விசேஷத்தைத் தெரிந்துகொள்ளப் போதுமான அளவில் சோதனைகளின் விளைவுகள் காணப்படாமலிருக்கலாம். ஆகையால் இன்னும் அநேக சோதனைகள் செய்யவேண்டும் என்று ஏற்படுகிறது.

சுண்டின பாக்கியகாமிலத்தில் இரும்பு கரைகிறதில்லை. அவ்விதம் அமிலத்தில் அமுக்கப்பட்ட இரும்பு சாதாரண இரும்புமாதிரி விகாரிக்கிறதில்லை. உதாரணமாக, சாதாரண இரும்பு நீரிட்ட பாக்கியகாமிலத்தில் கரையும். மற்ற இரும்பு கரைகிறதில்லை. சாதாரண இரும்பு, தாமிர-கந்தகிகஜ விலயனத்திலிருந்து தாமிரத்தையும், ஸீஸ-பாக்

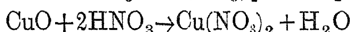
கியமிகஜ விலயனத்திலிருந்து ஸீஸத்தையும், இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்திலிருந்து இரஜதத்தையும் விலக்கும் வல்லமையுள்ளது. ஆனால், மற்ற இரும்பு அங்ஙனஞ் செய்யாது. ஆதலால் அதற்கு "செயலற்ற இரும்பு" அல்லது 'அடக்க இரும்பு' (Passive-iron) என்று பெயர். அச்செயலற்ற தன்மைக்குப் பல காரணங் கூறுகிறார்கள். ஒருவேளை இரும்பின் மேற்பாகத்தில் ஒரு பிராணையுண்டாகி ஒட்டி நிற்கலாம். அச்செயலற்ற தன்மையானது, அவ்விரும்பைச் சூடு செய்தாலும், கீறினாலும், விரைவாய் உரசினாலும், அல்லது நீரிட்ட அமிலத்துடனும் நாகத்துடனுஞ் சேர்த்து விகாரிக்க விட்டாலும் மாறும். கோபதம், நிக்கலம், கிரோமியம், பிஸ்மதம் இவைகளும் அச்செயலற்ற தன்மையை அடையக்கூடிய உலோகங்கள்.

பாக்கியமிகஜங்கள் (Nitrates)

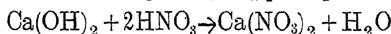
பாக்கியகாமிலம் ஒரு பலமான ஏக-க்ஷாரத்வ அமிலம். அது உலோகங்களுடனும், உலோகப் பிராணைகளுடனும், உலோக-அப்ஜ-பிராணைகளுடனும், உலோக-இங்காலிகஜங்களுடனுஞ் சேர்ந்து பாக்கியமிகஜங்களைத் தரும்.



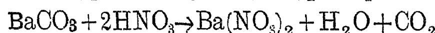
$$Pb + 4HNO_3 \rightarrow Pb(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$$



$$CuO + 2HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + H_2O$$



$$Ca(OH)_2 + 2HNO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2O$$



$$BaCO_3 + 2HNO_3 \rightarrow Ba(NO_3)_2 + H_2O + CO_2$$

எல்லாப் பாக்கியமிகஜங்களும் ஸ்படிகத் திடப்பொருள்கள். அவையாவும் தண்ணீரில் எளிதிற் கரையும். கரையாத பாக்கியமிகஜமே கிடையாதாகையால், பாக்கியமிகஜ மூலத்தை (NO_3) அவபாதன சோதனையாற் கண்டு பிடிக்கமுடியாது. பாக்கியமிகஜங்களில் அநேகம் நீர்ப் பொருள்கள். ஸோடிய-பாக்கியமிகஜம் கசியுந் தன்மை பொருந்தியது. ஆகையால் அதை வெடிமருந்திற் சேர்ப்பதில்லை. பொட்டாஸிய-பாக்கியமிகஜம் கசிகிறதில்லை.

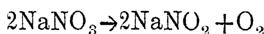
அமோனிய-பாக்கியமிகஜத்தைத் துப்பாக்கி மருந்துசெய்ய உபயோகிக்கிறார்கள். ஏனெனில், அது சுத்தமாகவும், வெடிக்குப் பின்பு யாதொரு தங்கு பொருளையும் விடாததாகவுமிருக்கிறது. பாக்கியமிகஜங்கள் யாவும் சூட்டில் விபாகிக்கும். பாக்கியமிகஜங்களைத் தணலில் போட, பிராணவாயு மிகுதியாய்ப் பிறப்பதால் அவை பொறிகளைக் கக்கி படபடென்று எரியும். பாக்கியமிகஜவிலயனத்தில் கடுதாசியைத் தோய்த்து காயவைத்துக் கொளுத்தினால் அது சீறி எரியும் (Touch paper). சூட்டினால் ஏற்படும் விபாகசம்பந்தமாக, பாக்கியமிகஜங்களை நான்கு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

(1) முற்றிலும் வியோகிக்கும் பாக்கியமிகஜங்கள். அவ்வர்க்கத்தில் ஓர் உப்பே உளது. அது அமோனிய-பாக்கியமிகஜம் (Ammonium nitrate). அதைச் சூடு செய்ய அது பாக்கியச-பிராணையாகவும் தண்ணீராகவும் விபாகிக்கும்.

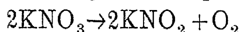


$$NH_4NO_3 \rightarrow N_2O + 2H_2O$$

(2) பாக்கியசஜங்களாகவும் பிராணவாயுவாகவும் விபாகிப்பவை :—இவைகள் க்ஷார உலோக-பாக்கியமிகஜங்கள். (க்ஷாரமண்-உலோகங்களைப்பற்றிப் பின்னால் கவனிக்கவும்.)



$$2NaNO_3 \rightarrow 2NaNO_2 + O_2$$

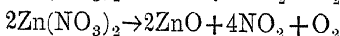


$$2KNO_3 \rightarrow 2KNO_2 + O_2$$

(3) உலோகப் பிராணைகளாகவும் பாக்கியஜனக-பர-பிராணையாகவும், பிராணவாயுவாகவும் விபாகிப்பவை. எல்லா கன உலோக-பாக்கியமிகஜங்களும் அங்ஙனம் விகாரிக்கும்.



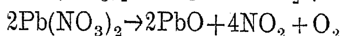
$$2Cu(NO_3)_2 \rightarrow 2CuO + 4NO_2 + O_2$$



$$2Zn(NO_3)_2 \rightarrow 2ZnO + 4NO_2 + O_2$$



$$2Mg(NO_3)_2 \rightarrow 2MgO + 4NO_2 + O_2$$



$$2Pb(NO_3)_2 \rightarrow 2PbO + 4NO_2 + O_2$$

(4) உலோகங்களாகவும், பாக்கியஜனக-பர-பிராணையாகவும், பிராணவாயுவாகவும் விபாகிப்பவை :—இவைகளையும் மூன்றாவது வர்க்கத்தைச் சேர்ந்தவையென்று சொல்லிவிடலாம். அங்கு விகாரத்தில் உண்டாவதுபோல் உலோகப்பிராணையுண்டாகிச் சூட்டில் அது விபாகித்து உலோகமாகவும் பிராணவாயுவாகவும் மாறும்.



$$Hg(NO_3)_2 \rightarrow Hg + 2NO_2 + O_2$$



$$2AgNO_3 \rightarrow 2Ag + 2NO_2 + O_2$$

க்ஷாரமண்-உலோக பாக்கியமிகஜங்கள் சூடுசெய்விக்கப்பட, முதலில் பிராணவாயுவாகவும், பாக்கியசஜங்களாகவும் மாறும். பின்பு அப்பாக்கியசஜங்கள் உலோகப் பிராணைகளாகவும், பாக்கியஜனகப் பிராணைகளாகவும் விபாகிக்கும்.

இரஜத-பாக்கியமிகஜம் வெகு ஆவலுடன் அமோனியாவுடன் சேர்ந்து $AgNO_3 3NH_3$ என்ற சங்கேதத்தையுடைய பொருளைக் கொடுக்கும். இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்தில் அமோனியாவைப் பூரித விலயனம் உண்டாகும் வரை செலுத்த, அவ்விலயனத்திலிருந்து $AgNO_3 2NH_3$ என்ற சங்கேதத்தையுடைய பொருள் பிரிந்து தங்கும்.

ஸ்படிக-தாமிர-பாக்கியமிகஜத்தில் மூன்று அணு நீரமைந்திருக்கும். அதை 60°-க்குச் சூடுசெய்ய க்ஷார-பாக்கியமிகஜமாக மாறும். $Cu(NO_3)_2 3Cu(OH)_2$ (Basic copper nitrate).

நிர்ஜல-தாமிர-பாக்கியமிகஜமும், நிர்ஜல-அலுமீனிய-பாக்கியமிகஜமும் நிலையுள்ளவையல்ல. ஆகையால் நிர்ஜல நிலைகளில் அவைகளைத் தயாரிக்கமுடியாது. ஏனென்றால், அவைகளெல்லாம் எளிதில் நீர்வியோகமடைவன.

சங்கலனம் :—பாக்கியகாமிலத்தின் சங்கலனத்தை இரஜத-பாக்கியமிகஜத்தின் விச்லேஷணத்திலிருந்து கண்டுகொள்ளலாம். பாக்கியகாமிலத்திலிருந்து ஒரே ஒருவகை

இரஜத-அமிலஜமே கிடைக்கிறது. ஆகையால் அமிலம் ஏக க்ஷாரத்வமானது.

ஒரு சோதனையில் ஒரு கிராம் இரஜதம் 1·5748 கிராம் இரஜத-பாக்கியமிகஜத்தைக் கொடுத்தது. பாக்கிய மிகஜத்தை அதன்மேல் கரியமிலவாயு சென்றுகொண்டிருக்குஞ் சமயத்தில் சூடு செய்ததால் உண்டான வாயு தாமிரத்தின்மேல் அனுப்பப்பட்டது. தாமிரம் பிராண வாயுவுடன் சேர்ந்து தாம்ரிக-பிராணையாக மாறிற்று. வெளிவந்த வாயு பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்தின்மேல் சேகரிக்கப்பட்டது. கரியமிலவாயு க்ஷார விலயனத்தில் கரைய, பாக்கியஜனகமே சேகரிக்கப்பட்டது. பாக்கியஜனகத்தின் கனபரிமாணத்திலிருந்து கணக்கிட்டுப்பார்க்க அதன் நிறை 0·1307 கி. என்று காணப்பட்டது.

இரஜத-பாக்கியமிகஜத்தின் எடை	=1·5748 கி.
எடுத்துக்கொண்ட இரஜதத்தின் எடை	=1·0000 கி.
∴ பாக்கியமிகஜமூலத்தின் எடை	=0·5748 கி.
அம்மூலத்திலுள்ள பாக்கியஜனகத்தின் எடை	=0·1307 கி.
∴ பிராண வாயுவின் எடை	=0·4441 கி.

Ag : N : O : : 1 : 0·1307 : 0·4441.

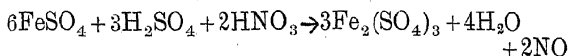
எண்களை உரிய பரமாணுபாரங்களால் வகுக்க

Ag : N : O : : 0·0093 : 0·0093 : 0· 28 அல்லது 1 : 1 : 3

என்று வெளிப்படுகிறது. அதாவது ஒரு இரஜதபரமாணுவுடன் ஒரு பரமாணு பாக்கியஜனகமும், மூன்று பரமாணு பிராணவாயுவுஞ் சேர்ந்து இரஜத-பாக்கியமிகஜத்தைக் கொடுக்கின்றன. ஆகையால் இரஜத-பாக்கியமிகஜத்தின் சங்கேதம் $AgNO_3$. அமிலம் ஏக-க்ஷாரத்வமானதாதலால், அதன் சங்கேதம் HNO_3.

பாக்கியமிகஜங்களைக் காட்டிக்கொடுக்குஞ் சோதனைகள்

(1) பாக்கியகாமிலத்தையும் பாக்கியமிகஜங்களையும் காட்டிக்கொடுக்கும் சூக்ஷ்ம சோதனை, அயச உப்பு அயிக உப்பாக விருத்தியாவதை ஒட்டியது.



$$6FeSO_4 + 3H_2SO_4 + 2HNO_3 \rightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + 4H_2O + 2NO$$

அங்கு உண்டாகும் பாக்கியமிக-பிராணை, அதிகமாயிருக்கும் அயச-கந்தகிகஜத்துடன் விகாரிக்க, ஒரு பழுப்பு நிறமுள்ள வளையம் விலயனத்தில் தோன்றும். அத்தோற்றம் ஏற்படுவது $FeSO_4NO$ என்ற பொருள் உண்டாவதால்தான்.

ஒரு சோதனைக் குழாயில் சிறிதளவு பாக்கியமிகஜ விலயனத்தை எடுத்துக்கொள். அதனுடன் அயச-கந்தகிகஜ விலயனத்தைச் சேர். குழாயின் பக்கத்தின் வழியே சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தைக் கவனமாகச் சேர். அமிலமும் விலயனமும் சேருமிடத்தில் பழுப்பு-வளையம் (Brown ring) தோன்றும். இதைக் கபில-வட்டப் பரீக்ஷையென்று சொல்லலாம்.

அல்லது பாக்கியமிகஜ விலயனத்தைச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் சேர்த்துக் கவனமாக அதன்மேல் அயச-கந்தகிகஜ விலயனத்தையூற்ற, விலயனத்தின் மேல் மட்டத்தில் பழுப்பு வளையம் உண்டாகும். விலயனத்தைச் சூடுசெய்ய பழுப்பு நிறம் மறைந்துவிடும். சோதனைக்குழாயை ஆட்டிவிட்டாலும் அது மறையும். (ஏன்?)

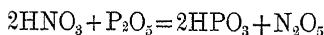
(2) எந்தப் பாக்கியமிகஜத்தையும் நீரிட்ட கந்தகிகாமிலத்துடன் இலேசாகச் சூடுசெய்ய, விலயனத்தில் பாக்கியகாமிலமுண்டாகும். அதில் சில தாமிரத் துண்டுகளைப் போட, பாக்கியமிக-பிராணை வெளிவரும். அவ்வாயு காற்றிலுள்ள பிராணவாயுவுடன் கலந்து சிவப்பு பாக்கியஜனக-பர-பிராணையாக மாறும்.

(3) சுண்டின கந்தகிகாமிலத்திற் கரைந்த டைபீனைல் அமீனுடன் (Diphenylamine) பாக்கியகாமிலமும் பாக்கியமிகஜமும் சிறிதளவில் இருந்தபோதிலும் நீல வர்ணத்தைக் கொடுக்கும்.

(4) சுண்டின கந்தகிகாமிலத்திற் சிறிதளவு ப்ரூஸின் (Brucine) என்பதைக் கரைத்து அதுகொண்டு பாக்கியமிகஜத்தைச் சோதிக்கச் சிவப்புநிறங் காணப்படும்.

பாக்கியஜனக-பஞ்ச-பிராணை N_2O_5 (Nitrogen Pentoxide)

பாக்கியகாமிலத்தின் நிர்ஜலாமிலம் பாக்கியஜனக-பஞ்ச-பிராணை. பாக்கியகாமிலத்திலுள்ள நீரைப் பிரிக்க, அப்பிராணையுண்டாகும். சுத்தமான பாக்கியகாமிலத்தைக் குளிரவைத்து, அதில் கரையும்வரை பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணையைப் போட்டு வெந்நீர்கொண்டு மெதுவாகச் சூடு செய்ய, நல்ல அழுத்தமான கிச்சிலி நிறமுள்ள திரவம் உண்டாகிக் குளிர்ந்த கிராஹணீபாத்திரத்தில் வடியும். திரவத்தைப் பனிக்கட்டியில் குளிரச்செய்ய, அது ஸ்படிகங்களாக மாறும். திரவத்தையூற்றி, ஸ்படிகங்களைப் பிரித்து, உருக்கி மறுபடியுங் குளிரச்செய்ய சுத்தமான நிர்ஜலாமிலம் ஸ்படிகங்களாக வெளிவரும்.



$$2HNO_3 + P_2O_5 = 2HPO_3 + N_2O_5$$

மித-பாஸ்வரி
காமிலம்

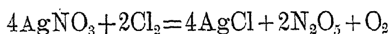
அதன் உருகுநிலை 29·5°ச; கொதிநிலை 45°ச. கொதிக்கும் பொழுது அது பாக்கியஜனக-பர-பிராணையாகவும் பிராணவாயுவாகவும் மாறும்.



$$2N_2O_5 \rightarrow 4NO_2 + O_2$$

U' வடிவக் குழாயிலுள்ள இரஜத-பாக்கியமிகஜ ஸ்படிகங்களை சுமார் 60°க்குச் சூடு செய்து அதன் வழியே ஹரிதகத்தைச் செலுத்த, பாக்கியஜனக-பஞ்ச-பிராணை

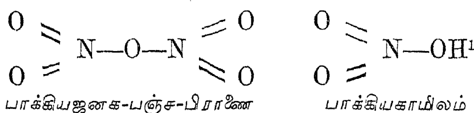
குளிர்விக்கப்பட்ட கிரஹணீபாத்திரத்தில் வந்து சேரும். (டிவைல் 1849).



$$4AgNO_3+2Cl_2=4AgCl+2N_2O_5+O_2$$

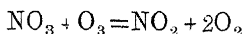
அது தண்ணீரில் சொய்யென்ற சத்தத்துடன் கரைந்து பாக்கியகாமிலத்தைக் கொடுக்கும். கரையும் பொழுது அதிக உஷ்ணம் வெளிவரும். அது ஒரு வீரிய வர்த்தினி.

சங்கலனம் :—அதைத் தெரிந்த எடையுள்ள தாமிரத்தின்மேல் திருப்பித்திருப்பியனுப்பி, உண்டாகும் தாம்ரிக-பிராணியையும் பாக்கியஜனகத்தையும் அளவிட்டதில், பாக்கியஜனக-பஞ்ச-பிராணியில் பிராணவாயு 74·35%, பாக்கியஜனகம் 25·65% இருப்பதாக வெளிப்பட்டன. அவ்வெண்களை உரிய பரமாணுபாரங்களால் வகுக்க, N : O : : 1·832 : 4·647 அல்லது 2 : 5 என்பதைக் காண்கிறோம். ஆகையால் அதன் சுலப சங்கேதம் N_2O_5. பாக்கியகாமிலத்திலும், பாக்கியஜனக-பஞ்ச-பிராணியிலும் பாக்கியஜனகத்தின் ஸம்யோகசாமர்த்தியம் ஐந்து.



பாக்கியஜனக-பஞ்ச-பிராணி பாக்கியகாமிலம்

ஓஸோன் பாக்கியஜனக-பஞ்ச-பிராணியை NO_3 என்னும் பிராணியாக விருத்திசெய்கிறது. அப்பொருளைத் திரவக்காற்று கொண்டு குளிர்விக்க நிறமற்ற ஸ்படிகக் கட்டியாகும். அதுவும் ஓஸோனும் சேர்ந்த கலவை நிலையற்றது ; எளிதில் பற்றியெரிந்து விபாகிக்கும்.



$$NO_3+O_3=NO_2+2O_2$$

[1] இன்னுளில் அதை $\genfrac{}{}{0pt}{}{O^-}{O} \geq N^+—OH$ என்று கருதுகின்றனர். இதற்கு உயர்தரப் புத்தகங்களைப் பார்க்கவும்.

பாக்கியசாமிலமும் பாக்கியசஜங்களும்
(Nitrous acid and Nitrites)

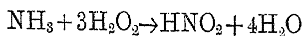
பாக்கியசாமிலம் ஒரு நிலையற்ற பொருள். சுத்த நிலையில் அது இன்றுவரை தயாரிக்கப்படவில்லை. ஆனால் குளிர்ந்த பாக்கியசஜ விலயனத்துடன் நீரிட்ட அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தையாவது கந்தகிகாமிலத்தையாவது சேர்க்க, பாக்கியசாமிலம் விலயனத்தில் தங்கி நிற்கும். விலயனத்தைச் சூடு செய்ய, உண்டாகிய அமிலம் பாக்கியகாமிலமாகவும், பாக்கியமிக-பிராணையாகவும், தண்ணீராகவும் விபாகிக்கும்.



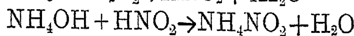
$$3HNO_2 \rightarrow HNO_3 + 2NO + H_2O$$

வெளிவரும் பாக்கியமிக-பிராணை காற்றிலுள்ள பிராண வாயுவுடன் சேர்ந்து சிவந்த பாக்கியஜனக-பர-பிராணையாக மாறும். அல்லது $2HNO_2 = H_2O + NO + NO_2$ என்றும் மாறலாம்.

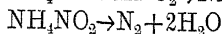
பாக்கியஜனக-த்ரி-பிராணையைத் தண்ணீரிற் கரைக்க, பாக்கியசாமில விலயனமுண்டாகும். அமோனியா விலயனத்துடன் அப்ஜனக-பர-பிராணை விலயனத்தைச் சேர்க்க, பாக்கியசாமிலமுண்டாகி அதிக அளவிலிருக்கும் அமோனியாவுடன் கலந்து அமோனிய-பாக்கியசஜமாக மாறும். அவ்விலயனத்தைக் கொதிக்கவிட, பாக்கியஜனகம் வெளிவரும்.



$$NH_3 + 3H_2O_2 \rightarrow HNO_2 + 4H_2O$$



$$NH_4OH + HNO_2 \rightarrow NH_4NO_2 + H_2O$$



$$NH_4NO_2 \rightarrow N_2 + 2H_2O$$

0°க்குக் குறைந்த உஷ்ணநிலையில் சுண்டின பாக்கியசாமிலம் நீலநிறம் பொருந்தியது. சாதாரண உஷ்ணநிலையிலும் அவ்விலயனம் நிலையற்றது. மேற்குறித்தபடி அது விபாகிக்கும். ஆனதுபற்றியே, பாக்கியசஜத்தின் மேல் நீரிட்ட அமிலத்தைச் சேர்க்க, சாதாரண உஷ்ணநிலையிலேயே சிவந்த வாயு வெளிவருகின்றது.

அமிலம் நிலையற்றதாயிருந்தும், அதற்குரிய அமில ஜங்கள் நிலையுள்ளவை. அவ்வமிலஜங்களுக்குத்தான் பாக்கியசஜங்கள் (Nitrites) என்று பெயர். (1) க்ஷார உலோக-பாக்கியமிகஜங்களைத் தனித்தாவது அல்லது ஸீஸம், இரும்புபோன்ற க்ஷயகாரிகளுடன் சேர்த்தாவது சூடுசெய்ய, க்ஷார-உலோக-பாக்கியசஜங்களுண்டாகும்.



$$2KNO_3 \rightarrow 2KNO_2 + O_2$$



$$NaNO_3 + Pb \rightarrow PbO + NaNO_2$$

வினை-பொருளைத் தண்ணீரில் கலக்கி வடிகட்டி, வடி திரவத்தைச் சுண்டக் காய்ச்சி, ஸ்படிகீகரித்துப் பாக்கிய சஜங்களைத் தயாரிக்கலாம்.

(2) பாக்கியஜனக-பர-பிராணை க்ஷார விலயனத்துடன் விகாரிக்க, பாக்கியமிகஜமும் பாக்கியசஜமும் உண்டாகும்.

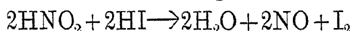


$$2NO_2 + 2KOH \rightarrow KNO_2 + KNO_3 + H_2O$$

பாக்கியசஜங்கள் அநேகமாய் நிறமற்றவை. ஆனால் அவற்றுள் சில மஞ்சளாகவும் இருக்கும். அவை தண்ணீரில் கரையும். இரஜத-பாக்கியசஜத்தின் கரைமானங் குறைவானதால் சுண்டின விலயனங்களிலிருந்து அது அவபதிக்கும். பாக்கியசாமிலமும் பாக்கியசஜங்களும் வர்த்தனிகளாகவும் க்ஷயகாரிகளாகவும் நடிக்கின்றன.

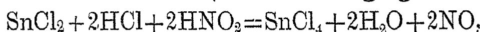
பிராணீகரண விகாரம் :—

அமிலித்த பொட்டாஸிய-பாடலைகயினின்று பாடலகத்தை பாக்கியசாமிலம் விலக்கும்.



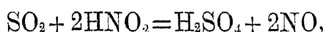
$$2HNO_2 + 2HI \rightarrow 2H_2O + 2NO + I_2$$

இன்னும் நீலிவர்ணத்தை நிறமற்றதாக்குவதும் வங்கச-ஹரிதகையை வங்கிக-ஹரிதகையாக ஆக்குவதும்



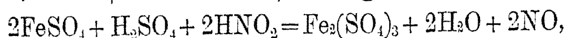
$$SnCl_2 + 2HCl + 2HNO_2 = SnCl_4 + 2H_2O + 2NO,$$

கந்தக-துவி-பிராணையைக் கந்தகிகாமிலமாக ஆக்குவதும்



$$SO_2 + 2HNO_2 = H_2SO_4 + 2NO,$$

அயச உப்புக்களை அயிக உப்புக்களாக்குவதும்



$$2FeSO_4 + H_2SO_4 + 2HNO_2 = Fe_2(SO_4)_3 + 2H_2O + 2NO,$$

அப்ஜனக-கந்தகையைக்கந்தகமாக்குவதும்

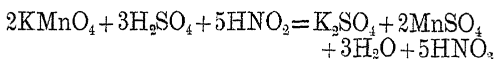


$$H_2S + 2HNO_2 = S + 2H_2O + 2NO$$

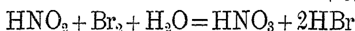
பாக்கியசாமிலத்தின் பிராணீகரண சக்தியைக் காட்டுகின்றன.

க்ஷயீகரண விகாரம் :—

பாக்கியசாமிலத்தையும் பாக்கியசஜங்களையும் பொட்டாஸிய-பர-மாங்கனிகஜம், இரக்தக விலயனம் போன்ற வீரிய வர்த்தனிகள் முறையே பாக்கியகாமிலமாகவும் பாக்கியமிகஜங்களாகவும் விருத்திசெய்கின்றன. பாக்கியசாமிலம் பொட்டாஸிய-பர-மாங்கனிகஜ விலயனத்தை நிறமறச்செய்யும்.[1] ஆகையால் அது ஒரு க்ஷயகாரி.

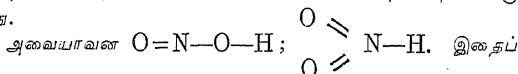


$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 5HNO_2 = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + 5HNO_3$$



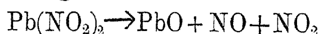
$$HNO_2 + Br_2 + H_2O = HNO_3 + 2HBr$$

(இரண்டுவித பாக்கியசாமிலம் உண்டெனத் தெரியவருகிறது.



அவையாவன $O{=}N{-}O{-}H$; $O_2{=}N{-}H$. இதைப் பற்றிச் சேதனரஸாயன நூல்களிற் பார்க்கவும்.)

கன உலோக-பாக்கியசஜங்களைச் சூடுசெய்ய உலோக-பிராணைகளும், பாக்கியஜனக-பர-பிராணையும் பாக்கியமிக-பிராணையுமுண்டாகும்.



$$Pb(NO_2)_2 \rightarrow PbO + NO + NO_2$$

---

[1] திட்ட பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜ விலயனங்கொண்டு பாக்கியசஜத்தை அளவிடலாம். தெரிந்த அளவில் பரமாங்கனிகஜ விலயனத்தை யெடுத்து (அதிகமிருத்தல்வேண்டும்) அமிலித்து, அதனுடன் பாக்கியசஜ விலயனத்தைத் தெரிந்த அளவிற் சேர்த்து, இளஞ் சூடுகாட்டி, மிகுதிநிற்கும் பரமாங்கனிகஜத்தைத் திட்ட அயச-விலயனத்தால் அளவிடலாம்.

பாக்கியசஜத்தையும் பாக்கியமிகஜத்தையும் தராதரித்துக் காட்டுஞ் சோதனைகள்

பிரதிகாரகங்கள்	பாக்கியசஜம் (Nitrite)	பாக்கியமிகஜம் (Nitrate)
நீரிட்ட அமிலம்	விகாரமேற்படும். சிவப்பு நிறமுள்ள வாயு (NO_2) வெளி வரும்	விகாரமேற்படு வது புலப்படாது
அமிலித்த பொட்டாஸிய-பாடலைகை	உடனே பாடலகம் வெளித்தோன்றும்.	பாடலைகை பாதிக்கப்படாது
அயச-கந்தகிகஜ விலயனம் + நீரிட்ட கந்தகிகாமிலம் அல்லது சாராயிகாமிலம்	உடனே விலயனம் முழுவதும் பழுப்பு நிறமாக மாறும்.	யாதொரு மாறுபாடும் உண்டாகாது (பழுப்பு வளையம் உண்டாகாது)
அயச-கந்தகிகஜ விலயனம் + சுண்டின கந்தகிகாமிலம்	பழுப்பு நிறம் முன் போலேற்படும்.	பழுப்பு வளையந் தோன்றும்
அமோனிய-ஹரிதகை விலயனத்தைச் சேர்த்துச் சூடுசெய்ய	பாக்கியஜனகம் வெளிவரும்	விகாரம் விலயனத்தில் ஏற்படாது
அமிலித்த பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜ விலயனம்	ஊதா நிறம் மாறி விலயனம் நிறமற்றதாகும்	நிற மாறுபாடு ஏற்படாது

அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்திற் கரைந்துள்ள மெடாபினைலீன் டைஅமீனுடன் (Metaphenylene diamine) பாக்கியசஜமும் பாக்கியசாமிலமும் பழுப்பு நிறத்தைக் கொடுக்கும். குடிதண்ணீரிலுள்ள பாக்கியசஜங்களைச் சோதிக்க இது ஒரு நல்ல முறை.

பாக்கியசஜமும் பாக்கியமிகஜமும் கலந்திருந்தால் அவைகளைக் கண்டுகொள்ளும் விதம்

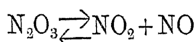
கலவையைத் தண்ணீரில் கரைத்து, நீரிட்ட அமிலத்தைச் சேர்த்துச் சூடுசெய்ய, பாக்கியமிக-பிராணை வெளி வந்து காற்றுடன் கலந்து சிவப்பாக மாறும். அயச-கந்தகி கஜமும் நீரிட்ட அமிலமும் விலயனத்தில் சேர்க்கப்பட பழுப்பு வளையம் உடனே தோன்றும். இவை பாக்கிய சஜத்தைக் காட்டுபவை. பாக்கியசஜம் முற்றிலும் ஒழிந்தபிறகே பாக்கியமிகஜத்தைச் சோதிக்கவேண்டும். விலயனத்தில், வேண்டிய அளவுக்குமேல் அமோனிய-ஹரிதகையைச் சேர்த்துச் சூடுசெய்ய, பாக்கியசஜம் அமோனிய-பாக்கியசஜமாக மாறி, முற்றிலும் பாக்கியஜன கமாக வியோகித்து வெளியேறிவிடும். வாயு முற்றிலும் வெளியேறியபிறகு, விலயனத்துடன் அயச-கந்தகிகஜத்தையும் நீரிட்ட அமிலத்தையுஞ் சேர்க்க, பழுப்பு நிறமுண்டாகாது. பாக்கியசஜமில்லையென்று வெளியாகிவிட்டது. இனி, சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தைச் சேர்க்க, பழுப்புவளையமுண்டாகிப் பாக்கியமிகஜத்தின் இருப்பைக் காட்டும்.

பாக்கியமிகஜமும் இரக்தகையும் சேர்ந்த கலவையில் அவைகளைக் கண்டுகொள்ளும் விதம்

கலவையைச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் சூடு செய்யச் சிவந்த வாயு வெளிக்கிளம்பும். அது இரக்தகமா, அல்லது பாக்கியஜனக-பர-பிராணையாவென்று தீர்மானிக்க முடியாதல்லவா? கலவை விலயனத்துடன் இரஜத-பாக்கியமிகஜத்தைச் சேர்க்க வெளுத்த மஞ்சள் நிறமுள்ள அவபதிதம் ஏற்பட்டு இரக்தகையைக்காட்டும். விலயனத்தில் கந்தகிகாமிலத்தையும் அதிக அளவில் ஹரிதக விலயனத்தையுஞ் சேர்த்துக் கொதிக்கவிட இரக்தகம் முழுவதும் வெளியேறிவிடும். மீதி நிற்கும் பாக்கியமிகஜத்தை, விலயனங் குளிர்ந்தபிறகு, கபிலவட்டப் பரீக்ஷை செய்து கண்டுகொள்ளலாம்.

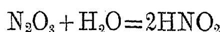
துவிபாக்கியஜனக-த்ரி-பிராணை
(Dinitrogen Trioxide)

பாக்கியசாமிலத்தின் நிர்ஜலாமிலம் துவி-பாக்கிய ஜனக-த்ரி-பிராணை N_2O_3. [வெகு நாளாக இதைப் பாக்கியஜனக-த்ரி-பிராணை (Nitrogen trioxide) என்று சொல்லிவந்தனர். NO_3 என்ற பிராணை ஒன்றிருப்பதாகத் தெரியவருவதால், மேற்கண்டதைத் துவி-பாக்கியஜனக-த்ரி-பிராணை என்றழைக்கவேண்டியிருக்கிறது.] அது மிகவும் நிலையற்றபொருள் (1)—30°-க்குக் குளிர்விக்கப் பட்ட ஒரு குழாயில் பாக்கியமிக-பிராணையையும் பாக்கிய ஜனக-பர-பிராணையையும் செலுத்த, வெளுத்த நீலநிற முள்ள திரவமாக அது உண்டாகும். (2) அல்லது சுண்டின பாக்கியகாமிலத்துடன் பாஷாண-த்ரி-பிராணையைச் சேர்த்துச் சூடு செய்வதில் ஏற்படும் வாயுவை, முன்போல் குளிர்ந்த குழாயின் வழியே செலுத்த அது நீல நிறமுள்ள திரவமாகப்படியும். (3) திரவக் காற்றுக்குள் மின்சாரப் பொறிகளைவிட த்ரி-பிராணை வெளுத்த நீல நிறமுள்ள பொடியாக உண்டாகும். அது—103°-லிருந்து—111°-க்குள் உருகி நீலத்திரவமாக மாறும்.—21°-க்கு மேற்பட்ட உஷ்ணநிலையில் அது விபாகிக்க ஆரம்பிக்கும்.

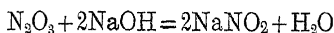


$$N_2O_3 \rightleftarrows NO_2 + NO$$

அது தண்ணீரிற் கரைந்து பாக்கியசாமிலத்தைக் கொடுக்கும்; க்ஷாரங்களுடன் விகாரித்துப் பாக்கியசஜங்களைத் தரும்.



$$N_2O_3 + H_2O = 2HNO_2$$



$$N_2O_3 + 2NaOH = 2NaNO_2 + H_2O$$

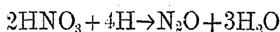
பேகர் (Baker) என்பவர் 1907-ம் வருஷம் திரவப் பிராணையை நன்றாக ஈரமறச் செய்து, அதன் ஆவி திண்மை 38 என்று கண்டார். ஆகையால் அணுபாரம் 76. அணுசங்கேதம் N_2O_3.

பாக்கியச-பிராணே (Nitrous Oxide)

தயாரித்தல் :—நேர் ஸம்யோக முறையால் பாக்கியச-பிராணேயை (N_2O) தயாரிக்கமுடியாது. (1) ஈரமுள்ள இரும்புப் பொடி அல்லது பொட்டாஸிய-கந்தகை (K_2S) அல்லது கந்தகாமிலம் (H_2SO_3), பாக்கியமிக-பிராணேயுடன் விகாரிக்கப் பாக்கியச-பிராணே உண்டாகிறதென்று ப்ரிஸ்ட்லீ 1772-ல் கண்டார். (1799-ல் டேவி அவ்வாயுவைப்பற்றி ஆராய்ச்சி செய்தார்.)

(2) 1·1 திண்மையுள்ள பாக்கியகாமிலத்துடன் நாகமாவது வங்கமாவது விகாரிக்குமேயாகில் சிறிதளவு பாக்கியச-பிராணேயுண்டாகும்.

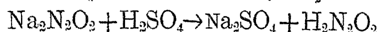
(3) ஸோடிய-பாக்கியமிகஜத்துடனிருக்கும் பாக்கியசாமிலத்தை ஸோடியரஸக்கலவைகொண்டு பாக்கியச-பிராணே நிலைக்குக் குறைக்கலாம்.



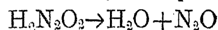
$$2HNO_3 + 4H \rightarrow N_2O + 3H_2O$$



$$2NaNO_3 + 8H \rightarrow Na_2N_2O_2 + 4H_2O$$



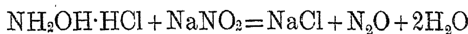
$$Na_2N_2O_2 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2N_2O_2$$



$$H_2N_2O_2 \rightarrow H_2O + N_2O$$

(4) சோதனைச்சாலையில், அமோனிய-பாக்கியமிகஜத்தைச் சூடு செய்து (டேவி முறை) வேண்டிய அளவில் சுத்தமான பாக்கியச-பிராணேயை அடையலாம். அமோனிய-பாக்கியமிகஜம் 165°-ல் உருகி 185°-க்கு மேல் வியோகிக்கும். $NH_4NO_3 \rightarrow N_2O + 2H_2O$. சில சமயங்களில் விகாரம் கட்டுக்கடங்காத வீரியத்துடன் செல்ல, வெடிப்பும் ஏற்படலாம். உப்பில் மூன்றில் இரண்டு பங்கு வியோகித்தவுடன் சூடு செய்வதை நிறுத்திவிடுவதே நலம். அல்லது அமோனிய-கந்தகிகஜத்தையும் (17 கிராம்) ஸோடிய-பாக்கியமிகஜத்தையும் (21 கிராம்) சேர்த்துப் பொடி செய்து, கலவையைக் கண்ணாடிக் கூஜாவிற் சூடு செய்து, விடுகுழாய் வழியாய் வெளிவரும் வாயுவைச் சுடு தண்ணீருக்கு மேல் சேகரிக்கலாம். இதுவே வழக்கத்தி

விருக்கும் முறை. ஹைட்ராக்ஸிலாமீன்-அப்ஜனக-ஹரிதகையையும் (Hydroxylamine hydrochloride) ஸோடிய பாக்கியசஜத்தையும் அனுபாத விகிதத்தில் தண்ணீரிற் கரைத்து அவ்விலயனங்களைக் கலக்க மிகச் சுத்தமான வாயு வெளிவரும்.



$$NH_2OH{\cdot}HCl + NaNO_2 = NaCl + N_2O + 2H_2O$$

தயாரிப்பதில், சாதாரணச் சரக்கை உபயோகப்படுத்த அவ்வாயுவுடன் சிறிதளவு பாக்கியமிக-பிராணை NO, நீராவி, பாக்கியஜனகம், ஹரிதகம் முதலியவை காணப்படலாம். பெரும்படியான அவ்வாயுவை அயச-கந்தகிகஜ விலயனத்தின்மூலம் அனுப்பப் பாக்கியமிக-பிராணை விலகும்; பிறகு பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்தின் மூலம் அனுப்ப ஹரிதகம் விலகும்; பின்பு சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தின் மூலம் அனுப்ப நீராவி விலகும்; கடைசியாக அதை இரஸத்தின்மேற் சேகரிக்கலாம்.

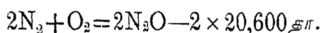
பௌதிக குணங்கள் :—பாக்கியச-பிராணை ஒரு நிறமற்ற, சிறிதினிய மணமுள்ள, சிறிதினிப்புச் சுவையுள்ள வாயு. அதன் ஆவி-திண்மை 22. அதைத் திரவமாக மாற்றலாம். நிறமற்ற திரவத்தின் கொதிநிலை—89·5°ச; அவதி உஷ்ண நிலை 35·4°ச; அவதி அமுக்கநிலை 75 வாயு மண்டல அமுக்கங்கள். திரவ நிலையில் அது விற்கப்படுகிறது. திடஸ்திதியிலுள்ள நிறமற்ற ஸ்படிகங்களின் உருகு நிலை—102·3°ச.

அவ்வாயுவைச் சுவாசித்தால் மயக்கமுண்டாகும். வலி முதலியவை உணரப்படமாட்டா. ஆனதுபற்றியே அதை க்ளோரோபாரத்திற்குப் பதிலாக சிகிச்சைச்சாலைகளில் சிறிய-சத்திரப்பிரயோகஞ் செய்யுங்கால் உபயோகிக்கிறார்கள். ஆனால் அது, பின்பு சில தீங்குகளைச் செய்யுங் குணமுடையது. ஆதலால் இக்காலத்தில் அதை அதிகமாக உபயோகப்படுத்துவதில்லை. அவ்வாயுவைச் சிறிதளவு சுவாசித்தால், ஒருவித மதிமயக்கமுண்டாகும்.

எட்ஜ்வொர்த் அதைச் சுவாசித்ததால், தாம் அனுபவித்த சேஷ்டை நிலைகளைப்பற்றிப் பின்வருமாறு எழுதுகிறார் :—“நான் மடமடவென்று சிரிக்க ஆரம்பித்தேன். என்னை அடக்கிக்கொள்ளமுடியாமல் அறையில் இங்குமங்கும் கூத்தாடித்திரிந்தேன்.” டேவியும் தம் அனுபவத்தைக் குறிக்கும்பொழுது “16 க்வார்ட் (quarts) வாயுவை சுவாசித்தபிறகு சோதனைச் சாலையில் ஒரு பைத்தியக்காரன் போல் இங்குமங்குங் குதித்துக்கொண்டிருந்தேன்” என்று கூறியிருக்கிறார். ஆனதுபற்றியே அதற்கு “லாபிங் காஸ்” (Laughing-gas) அதாவது “சிரிப்பு-வாயு” என்ற பெயர் அளிக்கப்பட்டது. மிக அதிக அளவில் அது சுவாசிக்கப்பட்டால், உயிர்ச்சேதமும் ஏற்படக்கூடும்.

அவ்வாயு தண்ணீரில் கரையும். ஒரு க.ச.மீ. தண்ணீரில் 5°-ல் 1·048 க.ச.மீ., 15°-ல் 0·7377 க.ச.மீ., 25°-ல் 0·5443 க.ச.மீ. வாயு கரையும். விலயனத்தின் சுவை சிறிதினிப்பாக இருக்கும்.

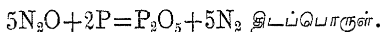
ரஸாயன குணங்கள் :—பாக்கியச-பிராணை உஷ்ணமுட்கொண்ட பொருள்.



$$2N_2 + O_2 = 2N_2O - 2 \times 20,600 \text{ கா.}$$

ஆகையால், அது சூட்டில் வெகு எளிதாகப் பாக்கியஜனகமாகவும் பிராணவாயுவாகவும் பிரிந்துவிடும். கலவையில் மூன்றிலொரு பங்கு (பருமனளவில்) பிராணவாயு இருப்பதால், எரிபொருள்கள் அதில் எரியும். மேலும் வியோகத்தில் தோன்றும் உஷ்ணம், உஷ்ணநிலையை அதிகப்படுத்தி எரிதலுக்கு உதவியாயிருக்கிறது. எனவே அது ஒரு தகன-உதவி செய்யும் பொருள். பாஸ்வரம் பிரகாசத்துடன் அவ்வாயுவில் எரியும். நன்றாய் ஜ்வலிக்குங் கொள்ளிக்குச்சியை அவ்வாயுவில் தணிக்க, அதுபற்றி எரியும். மந்தமாக எரியும் கந்தகத்தை அதில் தணிக்கச் சுடர் அணைந்துவிடும். ஆனால் நன்றாயெரிந்துகொண்டிருக்

குங் கந்தகம் அதில் எரியும். எரிபொருள் பிராணவாயுவுடன் கலந்துகொள்ள, பாக்கியஜனகமே மீதி நிற்கும். பிராணவாயு, பாக்கியமிக-பிராணையுடன் கலக்க, உடனே சிவப்பு நிறந்தோன்றும். ஆனால் பாக்கியச-பிராணையும் பாக்கியமிக-பிராணையுங் கலக்கச் சிவப்பு நிறமுண்டாகாது. இவ்விகாரம் இவ்விரண்டு தகன-உதவிசெய்யும் வாயுக்களைப் பகுத்தறிந்துகொள்ளச் சாதகமாயிருக்கிறது. இன்னும் பாக்கியச-பிராணைக்கு ஒரு விசேஷ மணமுண்டு; பிராணவாயுவைவிடத் தண்ணீரில் அதிகமாய்க் கரையும். பாக்கியச-பிராணையில் பாஸ்வரம் எரிந்தபிறகு மிகுதி நிற்கும் பாக்கியஜனகத்தின் கனபரிமாணம் எடுத்துக்கொண்ட பாக்கியச-பிராணையின் கனபரிமாணத்திற்குச் சமமாயிருக்கும்.



$$5N_2O+2P=P_2O_5+5N_2$$ திடப்பொருள்.

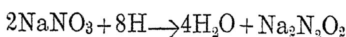
சங்கலனம்:—ஒரு கனபரிமாணமுள்ள வாயு சூடு செய்யப்பட மூன்று கனபரிமாணமுள்ளதாகமாறும். அதில் இரண்டுபங்கு பாக்கியஜனகமும் 1 பங்கு பிராணவாயுவும் காணப்படும். தெரிந்த அளவில் பாக்கியச-பிராணையை எடுத்து. அதனுடன் அதே அளவில் அப்ஜனகத்தைச் சேர்த்து வெடிக்கவிட, பாக்கியஜனகமும் தண்ணீரும் உண்டாகும். பாக்கியஜனகத்தினளவும் எடுத்துக்கொண்ட பாக்கியச-பிராணையினளவும் ஒன்றாகக் காணப்படும்.

6-வது படத்திற் காட்டிய ஹெம்பல்பூரட் தாமிரத் துணுக்குகளையுடைய உண்டைத் தகனக் குழாயுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். தகனக் குழாயின் மற்றொரு நுனி ஹெம்பல் பிப்பட்டுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். பிப்பட்டிலும் பூரட்டிலும் இரஸம் நிரம்பியிருக்கும். பூரட்டில் முதலில் தெரிந்த அளவு பாக்கியச-பிராணையையெடுத்து, தாமிரத்தைச் சூடுசெய்தபின், அதன்மேல் அவ்வாயுவைச் செலுத்தவும். பூரட்டுடனிணைக்கப்பட்டி

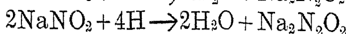
ருக்கும் மட்டமாக்குங் குழாயை மெதுவாக மேலே தூக்கிக்கொண்டுபோக, வாயு தகனக்குழாய் வழியே சென்று பிப்பட்டில் சேரும். பிப்பட்டையுயர்த்த, வாயுதகனக் குழாய் வழியாய் மறுபடியும் பூரட்டில் வந்துசேரும். இவ்விதம் பலதடவை செய்ய, பாக்கியச-பிராணையிலுள்ள பிராணவாயு தாமிரத்துடன் சேர்ந்துவிடும். பாக்கியஜனகமே மீதிநிற்கும். முறைப்படி அளவிட்டுக் கடைசியில் பார்க்கும்பொழுது, கனபரிமாணத்தில் யாதொரு வித்தியாசமும் காணப்படாது. (பாஸ்வரத்தை எரித்த சோதனையையுங் கவனிக்க.) இவைகளிலிருந்து வெளியாவது என்னவென்றால், ஒரு அணுபாக்கியச-பிராணையில் ஒரு அணுபாக்கியஜனகமிருக்கிறதென்பது. ஆகையால் அதன் சங்கேதம் N_2O_x. பாக்கியச-பிராணையின் அணுபாரம் 44. ஒரு அணுவாயுவிலிருக்கும் பிராணவாயு $=44-28=16$. ஆகையால் ஓர் அணுவாயுவில் ஒரு பரமாணு பிராணவாயு இருக்கவேண்டும். ஆகையால் பாக்கியச-பிராணையின் சங்கேதம் N_2O

உப-பாக்கியசாமிலமும் உபபாக்கியசஜங்களும் (Hyponitrous Acid and Hyponitrites)

பாக்கியச-பிராணையை உபபாக்கியசாமிலத்தின் நிர்ஜலாமிலமாக எண்ணலாம். ஸோடிய-பாக்கியமிகஜத்தையாவது பாக்கியசஜத்தையாவது விலயனநிலையில் ஸோடிய ரஸக்கலவைகொண்டு விகாரிக்க, ஜனித அப்ஜனகம் மேற்கண்ட உப்பை ஒரு புதிய கீழ்நிலை உப்பாக மாற்றும். அதுதான் ஸோடிய-உபபாக்கியசஜம் (Sodium hyponitrite).



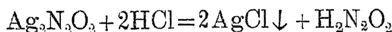
$$2NaNO_3+8H \rightarrow 4H_2O+Na_2N_2O_2$$



$$2NaNO_2+4H \rightarrow 2H_2O+Na_2N_2O_2$$

விலயனத்திலுள்ள க்ஷாரத்தை சாராயிகாமிலத்தால் அழித்து இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்தைச் சேர்க்க, இரஜத-உபபாக்கியசஜம் $Ag_2N_2O_2$ (Silver hyponitrite)

அவபதிக்கும். அவ்வவபதிதத்தை ஈதரில் கரைத்த அப்ஜனக-ஹரிதகை விலயனத்துடன் சேர்த்து, அவபதிக்கும் இரஜத-ஹரிதகையை வடிகட்டிப் பிரித்து, விலயனத்தை வற்றவைக்க, உப-பாக்கியசாமிலம் நிறமற்ற செதிள்களாகக் கிடைக்கும்.



$$Ag_2N_2O_2 + 2HCl = 2AgCl\downarrow + H_2N_2O_2$$

அது கசியுந்தன்மையுடையது. அது நிலையற்றது; எளிதில் வெடித்துவிடும்; தண்ணீரில் எளிதில் கரையும்; விலயனத்தை இளஞ் சூடுகாட்டினாலும் விபாகம் ஏற்பட்டு பாக்கியச-பிராணையும் தண்ணீரும் உண்டாகும்.

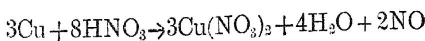
பாக்கியமிக-பிராணை (Nitric Oxide)

சரித்திரம்:—1669-ம் வருஷமே ஜான்மேயோ என்பவர் பாக்கியகாமிலத்துடன் இரும்பைச் சேர்த்துச் செய்த சோதனையில் பாக்கியமிக-பிராணையை (NO) அடைந்திருப்பதாகத் தெரியவருகிறது. ஆனால் அதைக் கண்டுபிடித்த பெருமை ப்ரீஸ்ட்லீக்கே உரியது என்பது பலரது எண்ணம்.

தயாரித்தல்:—(1) நேர் ஸம்யோகத்தால் உண்டாகக்கூடிய பாக்கியஜனகப்பிராணை அதுவே. மின்ஜ்வாலை கொடுக்கும் அதிக உஷ்ணம் ஸம்யோகத்திற்கு அனுகூலமாயிருக்கிறதென்றாலும், அவ்வதிக உஷ்ணநிலை வியோகத்திற்குஞ் சாதகமாயிருக்கிறது என்றும் ஆனதுபற்றியே (பர்க்லண்ட-ஐட் முறையில்) உண்டானவுடனேயே உஷ்ணமண்டலத்திலிருந்து குளிர்ந்தமண்டலத்திற்கு அது வெளியேற்றப்படுகிறதென்றும் முன்பு கண்டோம்.

(2) சுண்டின பாக்கியகாமிலத்தையும் தண்ணீரையும் ஒரே அளவில் சேர்த்து (விலயனத்தின் திண்மை = 1·2) அவ்விலயனத்தில் தாமிரத்துண்டுகளையாவது இரஸத்தையாவது போட, சாதாரண உஷ்ணநிலையிலேயே பாக்கியமிக-பிராணை வெளிவரும். வாயுவை உடனே தண்

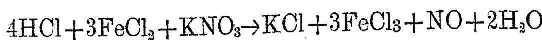
ணீருக்குமேல் சேகரித்துவிடவேண்டும். நேரமாக ஆக, பாக்கியச-பிராணையும், பாக்கியஜனகமும், பாக்கியமிக-பிராணையுடன் வெளிவரும். சோதனைக்குமுன் தாமிரத்துடன் 2% ஸோடிய-பாக்கியசஜத்தைச் சேர்க்க விளைவு அதிகப்படும். (சோதனைக்கு இருகழுத்துள்ள உல்ப் சீசாவை (Woulfe's bottle) உபயோகிக்கலாம்.



$$3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 4H_2O + 2NO$$

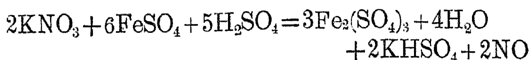
சுத்தமானவாயு வேண்டியிருந்தால், சோதனையில் வெளியேறும் வாயுவை அயச-கந்தகிகஜ விலயனத்திற் செலுத்தி (பாக்கியமிக-பிராணையே கரையும்), அங்குண்டாகும் கருப்பு விலயனத்தைச் சூடு செய்து வெளிவரும் வாயுவைச் சேகரித்துக்கொள்ளவும்.

(3) பொட்டாஸிய-பாக்கியமிகஜத்தையும் அயச-ஹரிதகையையும் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தையுஞ் சேர்த்துச் சூடு செய்ய சுத்தமானவாயு உண்டாகும்.



$$4HCl + 3FeCl_2 + KNO_3 \rightarrow KCl + 3FeCl_3 + NO + 2H_2O$$

அல்லது பொட்டாஸிய-பாக்கியமிகஜத்தையும் (12.கி.) அயச-கந்தகிகஜத்தையும் (100.கி.) தண்ணீரில் (100.க.ச.மீ.) கரைத்து அதனுடன் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தைச் (60.க.ச.மீ.) சேர்த்துச் சூடு செய்து அவ்வாயுவைத் தயாரிக்கலாம்.



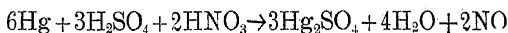
$$2KNO_3 + 6FeSO_4 + 5H_2SO_4 = 3Fe_2(SO_4)_3 + 4H_2O + 2KHSO_4 + 2NO$$

(4) ஸோடிய-பாக்கியசஜத்தையும் பொட்டாஸிய-அயச-காலகையையும் சாராயிகாமிலத்தையுஞ் சேர்த்துச் சூடு செய்தாலும் (5) பாக்கியகாமிலத்தில் கந்தக-துவி-பிராணையைச் செலுத்தினாலும்



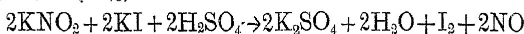
$$3SO_2 + 2H_2O + 2HNO_3 \rightarrow 3H_2SO_4 + 2NO$$

(6) சுண்டின பாக்கியகாமிலத்துடனாவது பாக்கியமிகஜத்துடனாவது இரஸத்தைக் கலந்து சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தைச் சேர்த்துச் சூடு செய்தாலும்



$$6Hg + 3H_2SO_4 + 2HNO_3 \rightarrow 3Hg_2SO_4 + 4H_2O + 2NO$$

(7) பொட்டாஸிய-பாக்கியசஜமும் பொட்டாஸிய-பாடலைகையும் கலந்த மிச்ரத்தின்மேல் நீரிட்ட கந்தகிகாமிலத்தைச் (50%) சொட்டவிட்டாலும்



$$2KNO_2 + 2KI + 2H_2SO_4 \rightarrow 2K_2SO_4 + 2H_2O + I_2 + 2NO$$

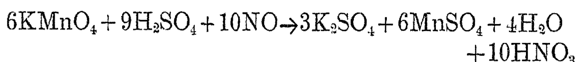
வெகு சுத்தமான பாக்கியமிக-பிராணையுண்டாகி வெளி வரும்.

பௌதிக குணங்கள் :—பாக்கியமிக-பிராணை ஒரு நிறமற்ற வாயு. அது காற்றைவிடச் சற்றுக் கனமானது. திரவ-பாக்கியமிக-பிராணையின் கொதிநிலை—153·6°ச ; அப்பிராணையின் அவதி உஷ்ணநிலை—93·5°ச ; அவதி அமுக்கநிலை 71·2 வாயு மண்டல அமுக்கங்கள். அது திடஸ்திதியில் நிறமற்ற-ஸ்படிகங்களாகத் தோன்றும் ; அதன் உருகுநிலை—167°ச. தண்ணீரிற் சிறிதளவே அது கரையும். 100.க.ச.மீ. தண்ணீரில் 0°-ல் 7·4 க.ச.மீ. வாயுவும் 20°-ல் 4.7 க.ச.மீ. வாயுவும் கரையும்.

ரஸாயன குணங்கள் :—பாக்கியஜனக - பிராணைகளில் பாக்கியமிக-பிராணையே நிலையுள்ள பொருள். 1000°ல் கூட அது வியோகிக்கிறதில்லையென்றே சொல்லவேண்டும். ஆகையால் எரியும் மெழுகு திரியையாவது மந்தமாய் எரியும் பாஸ்வரத்தையாவது அவ்வாயுவில் தணிக்க, அது அணைந்துவிடும். ஆனால் தீவிரமாய் எரியும் பாஸ்வரமாவது மாக்னீஸியமாவது அதற்குள் தணிக்கப்பட, அவ்வதிக உஷ்ணத்தில் அவ்வாயு வியோகமடைய எரியும். பாக்கியமிக-பிராணை காற்றுடனாவது பிராண வாயுவினுடனாவது (குறைந்த உஷ்ணநிலையிலும்) சம்பந்தப்பட, உடனே சிவப்பு நிறந் தோன்றும் (பாக்கியஜனக-பர-பிராணை உண்டாவதால்).

அது அயச-கந்தகிகஜ விலயனத்திற் கரைந்து ஒரு கரும்பழுப்பு நிறமுள்ள பொருளைக் ($FeSO_4NO$) கொடுக்கும். விலயனத்தைச் சூடு செய்ய, அவ்வாயு வெளியேறி விடும். அக்குணத்தைக் கொண்டுதான், சுத்தமான வாயு தயாரிக்கப்படுகிறது என்று மேலே குறிப்பிட்டோம். $FeSO_4NO$ என்ற அணுச் சேர்க்கைப்பொருள் உண்டாவதையே பாக்கியமிகஜத்தையும் பாக்கியசஜத்தையும் காட்டிக்கொடுக்கும் "கபிலவட்டப் பரீக்ஷை" ஒட்டியிருக்கிறது.

பாக்கியமிக-பிராணையை, பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜம் பக்கியஜனக-பஞ்ச-பிராணையாக விருத்திசெய்யும். அதாவது பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜ விலயனத்தில் பாக்கியமிக-பிராணையைச் செலுத்த, ஊதாநிறம் அழியும்; விலயனத்தில் பாக்கியகாமிலம் உண்டாகும்.



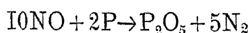
$$6KMnO_4 + 9H_2SO_4 + 10NO \rightarrow 3K_2SO_4 + 6MnSO_4 + 4H_2O + 10HNO_3$$

பாக்கியமிக-பிராணையை, அப்ஜனக-கந்தகையும் கந்தக-துவி-பிராணையும், பாக்கியச-பிராணையாகவும் பாக்கியஜனகமாகவும் குறைக்கவல்லவை.



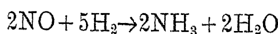
$$2NO + H_2S \rightarrow H_2O + S + N_2O$$

இரும்பு போன்ற உலோகங்களும் பாஸ்வரம்போன்ற அலோகங்களும் அவ்வாயுவைப் பாக்கியஜனக நிலைக்குக் குறைவுபடுத்தும்.



$$10NO + 2P \rightarrow P_2O_5 + 5N_2$$

அவ்வாயுவை அப்ஜனகத்துடன் கலந்து சூடான பிளாடினத்தின்மேலனுப்ப அமோனியா உண்டாகும்.



$$2NO + 5H_2 \rightarrow 2NH_3 + 2H_2O$$

அது ஹரிதகத்துடன் கூடி பாக்கியசைல்-ஹரிதகையாகவும் NOCl (Nitrosyl chloride), இரக்தகத்துடன்

கூடி பாக்கியசைல் இரக்தகையாகவும் NOBr (Nitrosyl bromide) பாக்கியசைல்-த்ரி-இரக்தகையாகவும் $NOBr_3$ (Nitrosyl tribromide) மாறும். $2NO+Cl_2=2NOCl$; $2NO+Br_2=2NOBr$, $NOBr+Br_2=NOBr_3$.

பாக்கியமிக-பிராணையுள்ள ஜாடியில் கரிகந்தகத்திராவத்தில் சில சொட்டுகளை விட்டுக் கொளுத்திவிட கண்கூசும் ஒளி பளிச்சிடும். இவ்வொளிகொண்டு புகைப்படம் பிடித்தனர்.

சங்கலனம் :—பாக்கியமிக-பிராணையில் ஸோடியத்தையாவது இரும்பையாவது சூடு செய்ய, வியோகமேற்படும். மீதியிருக்கும் பாக்கியஜனகம் முன்னிருந்த வாயுவின் கனபரிமாணத்தில் பாதியாக இருக்கும். அதாவது :—

ஒரு பருமன் பாக்கியமிக-பிராணையில் $\frac{1}{2}$ பருமன் பாக்கியஜனகமிருக்கிறது.

ஒரு அணு பாக்கியமிக-பிராணையில் $\frac{1}{2}$ அணு அதாவது ஒரு பரமாணு பாக்கியஜனகமிருக்கிறது.

அதன் அணு பாரம் $=30$

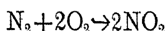
பிராணவாயுவின் நிறை $=30—14=16$

ஆகையால் அதன் அணு சங்கேதம் NO

பாக்கியஜனக-பர-பிராணை (Nitrogen Peroxide)

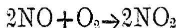
இது உண்டாவதை முதன்முதலிற் கண்டவர் ராபர்ட் பாயிலென்று தெரியவருகிறது.

தயாரித்தல் :—(1) பாக்கியஜனகமும் பிராணவாயுவுஞ் சேர்ந்த மிச்ரத்தில் மின்பொறிகளைச் செலுத்த இவ்வாயு உண்டாகும். (முதலில் பாக்கியமிக-பிராணையுண்டாகி அது பிராணவாயுவுடன் கலந்து இவ்வாயு உண்டாகும்.)



$$N_2+2O_2\rightarrow 2NO_2$$

(2) பாக்கியமிக-பிராணை (2 பருமன்) பிராணவாயுவுடன் (1 பருமன்) சேர்ந்து பாக்கியஜனக-பர-பிராணையைக் கொடுக்கும்.



$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$$

(3) ஸீஸ-பாக்கியமிகஜத்தையாவது வேறு எந்தக் கனமான உலோகபாக்கியமிகஜத்தையாவது சூடு செய்து வெளிவரும் வாயுவை, உறைமிச்ரத்தால் குளிர்விக்கப்பட்ட குழாயின் வழியே அனுப்ப, பாக்கியஜனக-பர-பிராணை, குழாயில் மஞ்சள் திரவமாகத் தங்கி நிற்கும்.



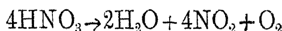
$$2Pb(NO_3)_2 = 2PbO + 4NO_2 + O_2$$

பெய்குழலும் விடுகுழாயும் அமைக்கப்பட்ட ஒரு கூஜாவில் தாமிரத் துண்டுகளையெடுத்துச் சூடு செய்து, பெய்குழாயின் வழியாகச் சுண்டின பாக்கியகாமிலத்தைத் தாமிரத் துண்டுகளின்மேற் சொட்டவிட்டு, வெளிவரும் அவ்வாயுவைக் காற்றை மேல்விலக்கும் முறையாற் சேகரிக்கலாம்.

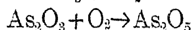


$$Cu + 4HNO_3 = Cu(NO_3)_2 + 2H_2O + 2NO_2$$

(4) சுண்டின பாக்கியகாமிலத்துடன் பாஷாண-த்ரிபிராணையைச் சேர்த்துச் சூடு செய்தும் அவ்வாயுவைத் தயாரிக்கலாம்.



$$4HNO_3 \rightarrow 2H_2O + 4NO_2 + O_2$$



$$As_2O_3 + O_2 \rightarrow As_2O_5$$



$$As_2O_5 + 3H_2O \rightarrow 2H_3AsO_4$$



$$4HNO_3 + As_2O_3 + H_2O \rightarrow 2H_3AsO_4 + 4NO_2$$

அவ்வாயுவை உறைமிச்ரத்தின் உதவியால் திரவமாக்கிவிடலாம்.

பௌதிக குணங்கள் :—சாதாரண உஷ்ண நிலையில் பாக்கியஜனக-பர-பிராணை சிவந்த வாயு. அதன் நிறம் உஷ்ணத்தைப் பொறுத்திருக்கும். அது

—-10°ச வரை நிறமற்ற பட்டை ஆகார ஸ்படிகங்கள் ;

0°-ச-ல் வெளுத்த மஞ்சள் நிறமுள்ள திரவம் ;

10°-ச-ல் நல்ல மஞ்சள் நிறமுள்ள திரவம் ;

15°ச-ல் கிச்சிலி நிறமுள்ள திரவம் ;

26°ச-ல் திரவம் கொதித்துப் பழுத்த சிவப்பு நிறமுள்ள வாயுவாக மாறும் (N_2O_4) ;

40°ச-ல் சாகெலேட்டைப்போல் கரும் பழுப்பாக மாறும் ;

140°ச-ல் கறுத்தவாயுவாக இருக்கும். அதைக் குளிரச் செய்தால் மேற்கண்ட நிறமாறுபாடுகள் தலைகீழாக நடக்கும். 140°ச-க்கு மேற்பட்ட உஷ்ண நிலையில் அது பாக்கியமிக-பிராணையாகவும் பிராணவாயுவாகவும் வியோகிக்கும். 500°ச-ல் வியோகம் முற்றிலும் நடைபெறும். ஆகையால் இது ஒரு விபரீதவிகாரம்.

மேற்கண்ட நிறமாறுபாடுகள், வாயுவின் திண்மையை ஒத்திருப்பதாகத் தெரியவருகிறது. N_2O_4 சங்கேதத்தையுடைய பொருளின் அணு-பாரம் = 92·2.

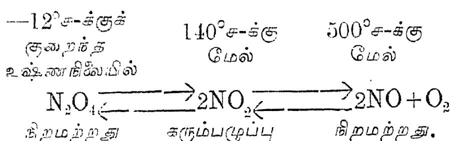
NO_2 சங்கேதத்தையுடைய பொருளினணுபாரம் = 46·01. உஷ்ணமதிகப்பட்டால் ஆவி-திண்மை குறையும்.

உஷ்ண நிலை	26·7°ச	60·2°ச	90·0°ச	121·5°ச	135°ச	140°ச
ஆவி-திண்மை	38·3	30·1	24·8	23·5	23·1	23·0
NO_2 அணுக்கள்	20%	50%	85·5%	96%	99%	100%

குறைந்த உஷ்ணநிலையில் அப்பொருள் N_2O_4 அணுக்களாகவும் 140°ச-ல் அது முற்றிலும் NO_2 அணுக்களாகவும் இருக்கிறதென்று தெரியவருகிறது. மத்தியிலுள்ள உஷ்ண நிலைகளில் N_2O_4, NO_2 அணுக்கள் கலந்திருக்கும்.

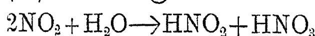
140°ச-ல் இருக்கும் $2NO_2$ அணுக்கள் குறைந்த உஷ்ண நிலையில் ஒரு N_2O_4 அணுவாக மாறுகின்றன.

இவ்வியோக விசேஷத்தைப்பற்றியும் வியோகத்திற்கும் திண்மைக்குமுள்ள சம்பந்தத்தைப்பற்றியும் முன்பே குறித்துள்ளோம் (பக். 623-625)



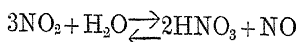
ரஸாயன குணங்கள் :—அது ஒரு நஞ்சுப் பொருள். அது சிறிதளவு காற்றிலிருந்தாற்கூட, தலைவலியும் ஒருவிதமான அசௌகரியமான ஸ்திதியுமேற்படும். அது எரியாப் பொருள். சாதாரணமாக அது மற்றப் பொருள்களை எரியவிடாது. ஆனால் நன்றாய் எரிந்துகொண்டிருக்கும் பாஸ்வரமும் கரியும் அதில் எரியும். பொட்டாஸியம் அதில் பற்றி எரியும் $K + 2NO_2 = KNO_3 + NO$ ஸோடியமும் இரஸமும் அதனால் பாதிக்கப்படும்; ஆனால் விகாரத்தில் சுடர் தோன்றாது.

அது ஒரு வீரிய வர்த்தனி. அது பொட்டாஸிய-பாடலகையிலிருந்து பாடலகத்தை விலக்கும். ஈரமுள்ள கந்தக-துவி-பிராணையை கந்தகிகாமிலமாக விருத்திசெய்யும். சாதாரண உஷ்ணநிலையிலேயே இங்கால-ஏக-பிராணையை இங்கால-துவி-பிராணையாக விருத்திசெய்யும். ஆனால் அது பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜ விலயனத்தின் நிறத்தையழிக்கும். அது தண்ணீரில் சாதாரண உஷ்ணநிலையில் எளிதிற் கரைந்து பாக்கியசாமிலத்தையும் பாக்கியகாமிலத்தையுங் கொடுக்கும்.



$$2NO_2 + H_2O \longrightarrow HNO_2 + HNO_3$$

உஷ்ணம் அதிகமாயிருக்க, பாக்கியகாமிலமும் பாக்கியமிக-பிராணையும் உண்டாகும். இதற்குக் காரணம் பாக்கியசாமிலத்தின் வியோகமே.



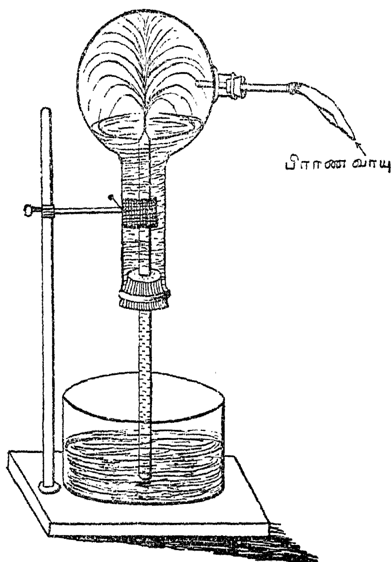
$$3NO_2 + H_2O \rightleftarrows 2HNO_3 + NO$$

க்ஷாரவிலயனத்தில் அவ்வாயுவைச் செலுத்தப் பாக்கியசஜமும் பாக்கியமிகஜமும் உண்டாகும்.



$$2NO_2 + 2KOH \rightarrow KNO_2 + KNO_3 + H_2O$$

இச்சோதனைகளின் பயனாக, பாக்கியஜனக-பர-பிராணை, ஹரிதக-பர-பிராணையைப்போல் ஒரு நிர்ஜலாமில-மிச்ரம் (Mixed anhydride) என்று அறிகிறோம். அது தண்ணீரில் கரையும்பொழுது பாக்கியசாமிலமுண்டாவதே அது வர்த்தனிபோலவும் க்ஷயகாரிபோலவும் நடிப்பதன் காரணம்.



பாக்கியமிக-பிராணை பிராணவாயுவுடன் கலந்து பாக்கியஜனக-பர-பிராணையாக மாறும் என்பதையும், பாக்கியஜனக-பர-பிராணையின் கரைமானத்தையுங் காட்டுவது.

படம் 135

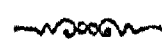
பாக்கியமிக-பிராணையும் பிராணவாயுவுஞ் சேர்ந்து பாக்கியஜனக-பர-பிராணையைக் கொடுக்கின்றன என்பதையும், பர-பிராணை எளிதில் தண்ணீரில் கரையும் என்பதையும், விலயனம் அமிலகுணம் பொருந்தியதென்பதையும் கீழே குறிக்கப்படும் ஒரே பரிசோதனையால் காட்டலாம்.

ஓர் உருண்டைக் கூஜாவில் பாக்கியமிக-பிராணையை நிரப்பி 135-வது படத்திற் காட்டியபடி அதன் வாய்களை விடுகுழாய்கொண்ட தக்கைகளால் மூடி, நீண்ட குழாயின் நுனியைத் தண்ணீர்த் தொட்டியில் அமுக்கவும். தண்ணீருடன் நீலலிட்மஸ் விலயனத்தைச் சேர்க்கவும். பக்கக் குழாயின் நுனிவழியாகப் பிராணவாயுவைச் செலுத்தவும். உடனே சிவந்த பாக்கியஜனக-பர-பிராணையுண்டாகும். அது தண்ணீரில் கரையும். உள்ளிருக்கும் அமுக்கநிலை குறைய தண்ணீர் மேலே கிளம்பிப் பீச்சும். கூஜாவிலுள்ள தண்ணீர் சிவப்பாக இருக்கும் (அமிலம்).

பாக்கியஜனக-பர-பிராணை பாக்கியகாமிலத்தில் கரைந்து, புகையுஞ் சிவந்த பாக்கியகாமிலத்தைக் கொடுக்கும். பாக்கியஜனக-பர-பிராணை சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தில் கரையும்.

நுண்ணிய பொடியாயிருக்கும் உலோகங்களுடன் பாக்கியஜனக-பர-பிராணை விகாரிக்கப் பாக்கியாக்சில்கள் (Nitroxyls) என்னும் பொருள்கள் உண்டாகின்றன (ஸபாடியர்-ஸெண்டெரென்ஸ் Sabatier and Senderens). அவற்றை $M(NO_2)_x$ என்று குறிக்கலாம்; M=உலோகப் பரமாணு.

அத்தியாயம் 32



பாஸ்வரம் (Phosphorus)

சின்னம் P. பரமாணுபாரம் = 31·02. அணுபாரம் = 124.08

சரித்திரம் :— தற்செயலாய் ப்ராண்ட் (Brand) என்னும் ஓர் இரஸவாதி பாஸ்வரத்தைக் கண்டுபிடித்ததாய்த் தெரியவருகிறது. சாதாரண உலோகங்களைத் தங்கமாக்கக்கூடிய சிந்தாமணியை (Philosopher's stone) தயாரிப்பதற்காக அவர் பல முறைகளை அனுசரித்துக்கொண்டு வந்தபொழுது, ஒரு சமயம், வற்றவைத்த மூத்திரத்தையும் மணலையும் கரியையுஞ் சேர்த்துச் சூடுசெய்தார் (1669). அச்சோதனையின் முடிவில் ஒரு கறுப்புப் பொருளையடைந்து, அது இருட்டில் மின்னுவதைக்கண்டு ஆச்சரியங் கொண்டார். இவ்வித்தையைக் காட்டி அதன் இரகசிய முறையை முப்பது பவுனுக்கு அவர் க்ராப்ட் (Krafft) என்பவருக்கு விற்றார். க்ராப்ட் ஐரோப்பா முழுவதுஞ் சுற்றி ஆங்காங்கு இவ்விநோதத்தைக் காட்டி நிறையச் சம்பாதித்தார். ஜெர்மனி தேசத்து இரஸவாதியான குங்கல் (Kunckel) என்பவர் 1678-ம் வருஷம் இம்முறையைத் தாமாகவே அறிந்தார். க்ராப்ட் இங்கிலாந்திலும் அவ்வித்தையைச் செய்துகாட்ட, 1680-ம் வருஷம் பாயிலும் மூத்திரத்திலிருந்து பாஸ்வரத்தைத் தயாரிக்க ஒரு முறையைக் கண்டுபிடித்தார். அம்முறையைப்பற்றி பத்திரிகையொன்றில் பாயில் எழுதியதால், வெகுநாள் வரை அதற்கு "ஆங்கில பாஸ்வரம்" என்ற பெயர் இருந்து வந்தது. 1769-ம் வருஷம் கான் (Gahn) என்பவர் எலும்புகளில் கால்ஸியபாஸ்விகஜம் (Calcium phosphate) இருக்கிறதென்பதை வெளியிட, 1771-ம் வருஷத்தில் ஷீலே எலும்புச் சாம்பலிலிருந்து பாஸ்வரத்தைத் தயாரித்தார். அந்நாளில்

இருட்டில் பிரகாசிக்கும் எல்லாப் பொருள்களையும் "பாஸ்வரம்" என்று அழைத்து வந்தார்கள். (உதாரணம்: கால்ஸிய-கந்தகை; பேரிய-கந்தகை). அத்தன்மையுடைய தனிப்பொருளுக்கே இப்பொழுது ஆங்கிலத்தில் பாஸ்வரஸ் (Phos = வெளிச்சத்தை phero = நான் வஹிக்கிறேன். அதாவது நான் பிரகாசித்துக்கொண்டிருக்கிறேன்) என்ற பெயர் உபயோகிக்கப்படுகிறது. அதையொட்டியே நாமும் அதை 'பாஸ்வரம்'* என்று அழைப்போம். அது ஒரு தனிப்பொருள்தானென்று லவாசியர் நிரூபித்தார் (1772).

சம்பவம் :—பாஸ்வரம் வெகு சுலபமாக எரியக்கூடியதாதலால், அது தனித்து இயற்கையில் ஒருபோதும் அகப்படுகிறதில்லை. ஆனால் பாஸ்வரிகஜங்களாக அது அதிக அளவில் பலவகைக் கற்களில் காணப்படுகிறது.

(1) ஸாம்பெரைட் (Somberite)—பக்குவமில்லாத கால்ஸிய-பாஸ்பரிகஜம்.

(2) பாஸ்போரைட் (Phosphorite)—$Ca_3(PO_4)_2$

(3) அபடைட் (Apatite) $3Ca_3(PO_4)_2CaCl_2$; $3Ca_3(PO_4)_2CaF_2$

(4) வேவ்லைட் (Wavelite)$4AlPO_4 2Al(OH)_3 9H_2O$

(5) விவியனைட் (Vivianite) $Fe_3(PO_4)_2 8H_2O$

இவைகள் பூமியில் அகப்படுபவைகளில் முக்கியமான பாஸ்வரிகஜ தாதுக்கள். அநேக பாறைகளிலும் நல்ல பூசாரங்களிலும் அது காணப்படும். எல்லா ஜந்துக்களுக்கும் செடிகொடிகளுக்கும் பாஸ்வரம் முக்கியமான ஒரு ஜீவப்பொருள். நன்றாய் வளர்ந்த ஒரு மனிதனுடைய எலும்புகளில் சுமார் 5 பவுண்டு கால்ஸிய-பாஸ்வரிகஜமிருக்கும். பாஸ்வரிகஜமிருக்கும் பாறைகள் நாளடைவில் பழுதடைந்துவிட, பாஸ்வரிகஜம் மண்ணுடனும் ஊற்றுத் தண்ணீ

* भास् = பிரகாசி.

ருடனும் சமுத்திரத் தண்ணீருடனும் போய்ச் சேரும். மண்ணிலிருந்தும் நீரிலிருந்தும் செடிகொடிகள் அவற்றின் வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய பாஸ்வரிகஜத்தை எடுத்துக்கொள்ளுகின்றன. இது பிரதானமாய் அவற்றின் விதைகளிலிருக்கும். தானியங்களில் இது மிகுதி. தாவரவர்க்கத்திலிருந்து பாஸ்வரிகஜங்கள் பிராணிகளுக்குப் போய்ச் சேருகின்றன. பிராணிகளிடமிருந்து மல மூத்திரங்கள் மூலமாகவும், ஜீவஜந்துக்களிறந்தபின் அவைகளுடைய எலும்புகள் மண்ணுடன் மடிந்து போவதன் மூலமாகவும், பாஸ்வரிகஜம் திரும்பவும் பூசாரத்திற்குப் போய்ச் சேரும். சிறிது காலத்திற்கு முன் கழிவு தண்ணீர் முழுவதையும் சமுத்திரத் தண்ணீருடன் கலக்கும்படி செய்துவந்தனர். அதனால் உபயோகமுள்ள பாஸ்வர-சத்து வீணாகப் போயிற்று. இன்னாளில், அந்நஷ்டம் ஏற்படாமல், உரிய யந்திரங்கொண்டு, கழுவி-தண்ணீரிலுள்ள பாஸ்வரசத்தைப் பிரித்தெடுத்து உபயோகிக்கிறார்கள். முக்கியமாக, நமது தேகங்களில் பாஸ்வரசத்து எலும்புகளிலும் மூளைகளிலும் வேறு சில உறுப்புகளிலுங் காணப்படுகிறது. சதை, நரம்பு இவைகளிலிருந்து, பாஸ்வரம் இரத்தத்திற்குள் செல்லும். இரத்தம் பிருக்கங்களின் (Kidneys) வழியேசெல்ல, அவை பாஸ்வரத்தைப் பிரித்து, ஸோடிய-அமோனிய-பாஸ்வரிகஜரூபமாக (Sodium ammonium phosphate) மூத்திரத்தின் மூலம் வெளியேறச் செய்யும். சாதாரணமாக ஒரு மனிதனிடமிருந்து 3 அல்லது 4 கிராம் பாஸ்வரிகாமிலசத்து தினம் வெளியேறுகிறது. கால்ஸிய-பாஸ்வரிகஜம் (Calcium phosphate) சேராத உணவைத் தின்னும் பிராணிகள் தமது நரம்புச்சத்தைப் படிப்படியாயிழந்து செயல் குன்றிச் சுருக்கச் சாகும். பிள்ளைகளுடைய உணவில் இக் கால்ஸிய-பாஸ்வரசத்து மிக முக்கியமானது. அது குறைந்தால் ரிக்கெட்ஸ் (Rickets) என்னுங் கணைநோய்க்கு ஏதுவாகும். பிராணிகளுக்கு பாஸ்வரசத்து தாவரங்களிலிருந்து வருவதாலும், தாவரங்களுக்கு அது

நிலத்திலிருந்து வருவதாலும் இப்படி எடுபடும் பொருள் அதிலே திரும்பவும் சேரவேண்டியது அவசியம் என்பது நன்கு விளங்குகின்றது. எலும்புத்தூள், குவானோ (Guano) என்னும் எரு[1] முதலிய பசைகளை இதற்காகவே நெல், கோதுமை முதலிய பயிர்களுக்கு இடுவார்கள்.

தற்காலத்து வைத்திய நிபுணர்களில் அநேகர், ஒரு மனிதனுடைய புத்தியுபயோகத்திற்கும் அவன் கழிக்கும் பாஸ்வரசத்திற்கும் ஒருவித பாத்தியமிருப்பதாகக் கண்டிருக்கிறார்கள். மூளையின் ஊட்டத்திற்குப் பாஸ்வரசத்துள்ள ஆகாரங்களை நாம் சாப்பிடவேண்டியது அவசியமென்று இதனால் வெளியாகிறது. முற்காலத்தில் க்ரீஸ் தேசத்து ஞானிகள் "பாஸ்வரமல்லாது ஞானமேது"? என்று கூறியிருக்கின்றனர். ஆகையால் இது பிராணிகளின் மேலான தொழில்களுக்கு மிக்க அவசியம் வேண்டுமென்று விளங்குகிறது. பாக்கியஜனகசக்கரத்தைப்போல், இயற்கையில் பாஸ்வர சக்கரமும் சுழன்றுகொண்டே இருக்கிறது.

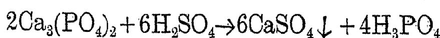
பாறைகள் ஜீரணமாதல் ⇄ பூ-ஸாரம் → தாவர-வர்க்கங்கள்
↑ ↓
ஜீவஜந்துக்கள்

தயாரித்தல்—வாலை-முறை (Retort Process)

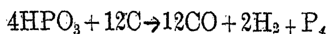
மின் உலை கண்டுபிடிக்கப்படுவதற்கு முன்பு, பாஸ்வரம் வாலை முறையால்தான் தயாரிக்கப்பட்டுவந்தது. எலும்புகளிலிருந்தே பாஸ்வரம் முதலில் தயாரிக்கப்பட்டது. நன்றாய்த் தூள்செய்யப்பட்ட எலும்புகளிலுள்ள கொழுப்பு வஸ்துக்கள் யாவும் ஈதர், கரிகந்தகத்திராவகம் முதலிய திராவணங்களாற் கரைக்கப்பட்டபின் மீதியுள்ளதை, அழுக்கநிலையிலுள்ள நீராவிகொண்டு சூடுசெய்ய, கோழை போன்ற வஸ்துக்கள் யாவும் பிரிபடும். அவ்விதஞ் சுத்தி செய்விக்கப்பட்ட எலும்புத் தூள்களை இரும்புவாலைகளி

[1] பெருவியா தேசத்துக் கடற்கரையில் அதிகமாய் காணப்படும் பக்ஷிகளின் எச்சங்களுக்குக் குவானோ என்று பெயர்.

விட்டு, காற்றுப்படாமற் சூடுசெய்ய, அவைகளில் மீதி நின்ற சேதன வஸ்துக்கள் முழுதும் அழியும். அம்முறையில் துர்நாற்றமுள்ள வாயுப் பொருள்களும் திரவப் பொருள்களும் வெளியேறும். வாலையில் கால்ஸிய-பாஸ்வரிகஜஞ் சேர்ந்த எலும்புக்கரி தங்கிநிற்கும். அவ்வெலும்புக்கரி, சர்க்கரையைச் சுத்திசெய்வதற்கு அதிக அளவில் உபயோகப்படுகிறது. சர்க்கரைச் சாலையில் இனிப் பிரயோசனப்படாது என்று கழிக்கப்படும் எலும்புக் கரியைக் காற்றுப்பட நன்றாய்ச் சூடுசெய்தால் எலும்புச் சாம்பல் (Bone-ash) கிடைக்கும். அச்சாம்பலை நன்றாய்ப் பொடி செய்து வேண்டிய அளவில் அதனுடன் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தைச் சேர்க்க, கரையாத வெண்மையான கால்ஸிய-கந்தகிகஜம் உண்டாகும். உரிய வடியண்டாக்களில் விகாரமிச்ரத்தை ஊற்ற, கால்ஸிய-கந்தகிகஜம் மேலே தங்கிவிட திரவம் கீழே வடியும். தங்கிய பொருளைப் பல தடவை தண்ணீர்விட்டுக் கழுவி, கழுவு-தண்ணீரையும் வடிந்த திரவத்தையும் ஒன்று சேர்த்துப் பாகுபதத்திற்குக் காய்ச்சி, அப்பாகுடன் அதன் நாலிலொருபங்கு எடையுள்ள கல்கரியையும் கொஞ்சம் ரம்பத் தூள்களையுஞ் சேர்த்து இரும்புச் சட்டிகளில் திடஸ்திதிக்கு வரும்வரையில் நன்றாய்ச் சூடு செய்வார்கள். பிறகு அதைத் தீமண்ணால் செய்யப்பட்ட வாலைகளிலிட்டு வாலைகளின் கழுத்துகளைக் குளிர்ந்த தண்ணீரில் அழுங்கியிருக்கச்செய்து, வாலைகளைச் சூடுசெய்ய, இங்கால-ஏக-பிராணையும், அப்ஜனகமும் வெளியேறும்; தண்ணீருக்குள் கருஞ் சிவப்பு நிறமுள்ள பாஸ்வரந் தங்கிநிற்கும். இம்முறையிலேற்படும் ரஸாயன விகாரங்களாவன :—

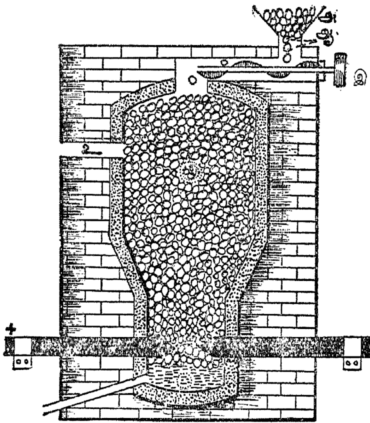

$$2Ca_3(PO_4)_2 + 6H_2SO_4 \rightarrow 6CaSO_4 \downarrow + 4H_3PO_4$$


$$4H_3PO_4 \rightarrow 4H_2O + 4HPO_3$$


$$4HPO_3 + 12C \rightarrow 12CO + 2H_2 + P_4$$

எலும்புச்சாம்பலைத் தயாரிப்பது அதிகச் செலவாயிருப்பதால் அதற்குப் பதிலாக பூமியிலகப்படும் 'சாம்பெரைட்' என்னும் பாஸ்வரிகஜத்தாது இந்நாளில் உபயோகிக்கப் படுகிறது.

மின் உலை கண்டுபிடிக்கப்பட்டபிறகு, மூடிய-மின் உலையிலேயே பாஸ்வரம் தயாரிக்கப்பட்டுவருகிறது. பூமியிலிருந்து வெட்டியெடுக்கப்படும் பாஸ்வரமுள்ள தாதுக்களை நன்றாய்ப் பொடிசெய்து மணலுடனும் கல்கரியுடனுஞ் சேர்த்து, அக்கலவையை 'அ' என்னும் புனல் வடிவம்போன்ற பாகத்தில் (படம் 136) ஊட்ட, அது

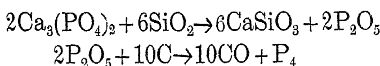


பாஸ்வரந் தயாரிக்கும் மின்-உலை

படம் 136

'ஆ' என்ற அறைக்கு வந்துசேரும். 'இ' என்ற திருகைத் திருப்பிக் கொடுக்க, கலவை உலைக்குள் நிதானமாக விழும். முதன்முதலில் (படத்தில் காட்டாத) இரண்டு இலேசான கரிக் குச்சிகளின்வழியே மின்சாரத்தைச்

செலுத்த, உலை சூடாகும். உலை வேண்டிய அளவிற் சூடாக்கப்பட்டவுடன் படத்திற்காட்டிய இரண்டு துருவங்களின் வழியே மின்சாரத்தைச் செலுத்த நல்ல சூடுண்டாகும். விகாரத்தில் விளையும் பாஸ்வர ஆவியும், மற்ற வாயுப்பொருள்களும் 'உ' என்ற குழாயின்வழியே வெளியேறும். இங்கு மின்சாரம், உலையை உஷ்ணப்படுத்துவதற்குமட்டுமே உபயோகப்படுகிறதேயொழிய விகாரத்திலீடுபடுவதில்லை.



$$2Ca_3(PO_4)_2 + 6SiO_2 \rightarrow 6CaSiO_3 + 2P_2O_5$$
$$2P_2O_5 + 10C \rightarrow 10CO + P_4$$

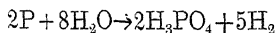
கால்ஸிய-சிலகிகஜம் (Calcium silicate) முதலியவை திரவமாக அடியிற்றங்கிநிற்கும். உலையின் அடியிலுள்ள குழாயை வேண்டும்பொழு திறந்துவிட மலினம் வெளியே ஓடிவரும். "உ" வழியாய் வெளியேறும் வாயுப்பொருள்களைத் தண்ணீருக்குள் செலுத்தப் பாஸ்வரம் முதலியவை தண்ணீருக்குள் படியும். பாஸ்வரத்துடன் படியும் பொருள்களில் முக்கியமானவை பாஸ்வர-த்ரி-பிராணை, அரூப-பாஸ்வரம், மணல், களிமண், கரி என்பவை. படிந்திருக்கும் கருப்புப் பிண்டத்தைச் சுத்திசெய்து பாஸ்வரத்தைத் தயாரிக்கும் முறை வியாபார-ரகசியமாகவே இன்னமும் இருந்துவருகிறது. சுத்திமுறையின் முக்கிய அம்சங்களைக் கூறுவோம்:—

(1) தண்ணீருக்கடியில் அப்பிண்டத்தை உருக்கி நன்றாய்க் கிளர, அசுத்தங்கள் யாவும் தண்ணீருக்குமேலே மிதக்கும். அவற்றை எளிதில் எடுத்துவிடலாம்.

(2) பின்பு அத்தண்ணீருடன் சிறிது பொட்டாஸிய-துவி-கிரோமிகஜத்தையும் கந்தகிகாமிலத்தையுஞ் சேர்த்து இளஞ் சூடுகாட்டச் சுமார் இரண்டுமணி நேரத்தில் அசுத்தங்கள் யாவும் பிராணீகரிக்கப்படும். உருகின நிலையிலிருக்கும் பாஸ்வரத்தைப் பலதடவை சுத்தமான வெந்நீர் விட்டுக் கழுவி, குளிர்விக்கப்பட்டிருக்குங் குழாய்களின்

வழியே செலுத்த, அது உறையும். பின்பு சுமார் $7\frac{1}{2}$ அங்குல நீளத்தில் வெட்டப்பட்டு, பிராணீகாணத்தைத் தடுக்கும்பொருட்டு அது தண்ணீருள்ள பாத்திரங்களில் வைக்கப்படும். (9 துண்டுகளின் நிறை சுமார் 1 பவுண்டு.)

ஜெர்மனி தேசத்திலுள்ள பெயிஸ்டெரிட்ஸ் (Piesteritz) என்னுமிடத்தில் தினமொன்றுக்கு நூறு டன் பாஸ்வரந் தயாரிக்கப்பட்டுவருகிறது. ஓராயிரங் கிராம் நிறை பாஸ்வரம் தயார்செய்ய 9 ஸஹஸ்ர-வாட்-மணி (Kilowatt-hours) மின்சாரம் தேவை. அந்தப் பாஸ்வரத்தின் பெரும் பகுதியைப் பாஸ்வரிகாமிலமாகச் செய்துவிடுகிறார்கள். பிரான்சுதேசத்தில் மேற்கண்டமுறையில் தயாரித்த பாஸ்வரிகாமிலத்தைக் கைமுறையாற் செய்த அமோனியாவுடன் சேர்த்து அமோனிய-பாஸ்வரிகஜமாகச் செய்துவிடுகிறார்கள். பாஸ்வரத்தைத் தயார்செய்யும் முறையிலுண்டாகும் இங்கால-ஏக-பிராணையை நீராவியுடன் சேர்த்து விகாரிக்கச்செய்து, அப்ஜனகம் தயாரிக்கப்படுகிறது. உரியஸ்பர்ச கர்த்தாவை உபயோகித்துப் பாஸ்வர ஆவியையும் நீராவியையும் விகாரிக்கச்செய்தும் அப்ஜனகத்தையும் பாஸ்வரிகாமிலத்தையும் அடையலாம்.

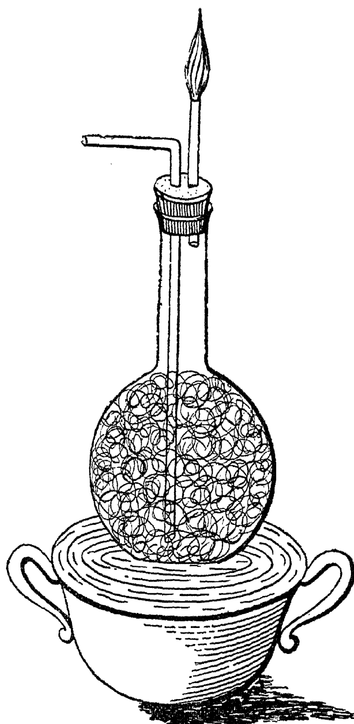


$$2P + 8H_2O \rightarrow 2H_3PO_4 + 5H_2$$

பாஸ்வரத்தில் இரண்டுவகையுண்டு. (1) சாதாரண அல்லது மஞ்சள்-பாஸ்வரம் (2) சிவப்பு-பாஸ்வரம்.

(1) **சாதாரண பாஸ்வரத்தின் பௌதிக குணங்கள்:**—மேலே குறிப்பிட்ட முறையில் தயாரிக்கப்படும் பாஸ்வரம் அநேகமாய் நிறமற்ற (சிறிதளவு மஞ்சள்நிறமுள்ள) ஒளி ஊடுருவிச் செல்லக்கூடிய மெழுகுபோன்ற திடப்பொருள். 20°ச-ல் அதன் திண்மை 1·82. 0°ச-ல் அது பொடியாகுந்தன்மையுடையது; ஆனால் சாதாரண உஷ்ண நிலையில் மெழுகுபோலிருக்கும். கத்தியால் அதை நறுக்கலாம். தண்ணீருக்கடியில் சூடுசெய்ய 44°ச-ல் அது உருகும்; காற்றுப்படாமல் சூடு செய்ய சுமார் 290°ச-ல்.

மையும் அழுக்கத்தைக் குறைக்க, ஒளி அதிகரிப்பதும் ஆச்சரியமாயிருக்கின்றன. ஆனால் வெற்றிடத்திலும் அமுக்கம் அதிகமாய்க் குறைந்திருக்கும் நிலையிலும் ஒளி உண்டா



ஸ்மிதல்-சுடாச் சுடர்

படம் 137

வதில்லை. இப்பிராணீகரண விகாரத்தில் ஓஸோனுண்டாகும். ஓஸோன், அப்ஜனக-கந்தகை, எதிலீன் (C_2H_4) கற்பூரத் தைலஆவி இவைகள் சிறிதளவில் காற்றிலிருந்தபோதிலும் ஒளி ஏற்படுகிறதில்லை. அழகிய பச்சைநிறம்

மேலிட்ட ஒளியைக்காண, ஸ்மிதல் (Smithel) செய்த சோதனையைச் செய்யலாம். 137-வது படத்திற் காட்டிய படி ஒரு கண்ணாடிக் கூஜாவிற் சிறிதளவு பாஸ்வரத்தை எடுத்து, அதைக் கண்ணாடிப் பஞ்சால் மூடிக் கூஜாவைச் சூடான தண்ணீரிருக்கும் பாத்திரத்திலமைத்து, வளைந்த குழாயின் வழியாகக் கரியமிலவாயுவைச் செலுத்த, மற்றக் குழாயின் நுனியில் பசுமையான சுடர் காணப்படும். அச் சுடர் சுடாது. ஆகையால் அதற்குச் சுடாச் சுடர்[1] என்று பெயரிட்டோம். ஒரு நெருப்புக்குச்சியைச் சுடரில் காட்டினும் அது பற்றி எரியாது. இப்பிராணீகரண சம்பந்தமான விஷயங்களின் உண்மை இன்னுஞ் சரிவரத் தெரியவில்லை.

பாஸ்வரம் மற்றப் பொருள்களுடனும் ஆவலுடன் விகாரிக்குந்தன்மையுடையது. ஹரிதகவாயுவில் சாதாரண உஷ்ண நிலையிலேயே அது பற்றி எரிந்து, பாஸ்வர ஹரிதகைகளாக மாறும். அது மற்ற ஹரிதக இனங்களுடனும் வீரியத்தோடு ஸம்யோகிக்கும். அது உலோகங்களுடன் கலந்து பாஸ்வரைகளாக (Phosphides) மாறும். சாதாரண உஷ்ணநிலையிலுங்கூட, பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணையுடன் அது விகாரித்து, எரி-வாயுக்களைக் கொடுக்கும். பாஸ்வரம் சோதனைச்சாலையில் ஒரு க்ஷயகாரியாக உபயோகிக்கப்பட்டுவருகிறது. அக்குணங்கொண்டே, பாரடே (Faraday) என்பவர் தங்கம், தாமிரம், இரஜதம் இவைகளை மிக நுண்ணிய துளிகளாக அவ்வவற்றின் அமிலஜ விலயனங்களிலிருந்து தயாரித்தார். இரஜத-பாக்கியமிகஜம், தாமிர-கந்தகிகஜம், ஸ்வர்ண-ஹரிதகை, இவைகளின் விலயனங்களைத் தனித்தனியே சிறிய தட்டையான கண்ணாடிக் கிண்ணங்களில் எடுத்து, அவற்றுடன் பாஸ்வரங் கரைந்த ஈதர் விலயனத்தைச் சேர்க்க, உரிய உலோகங்கள் மிக நுண்ணிய துளிகளாக உண்டாகி விலயனங்களின் நிறங்களை மாற்றும். அவைகள் அவபதிக்காமல் விலயனத்

[1] Cold flame.

தில் (கோழை விலயனங்கள்) கரைந்திருப்பவைபோல் தோன்றும். இந்த சூஷ்மீகரண விகாரங்களில் உலோகங்களைத் தவிர மற்றப் பொருள்களும் உண்டாகின்றன.

சிவப்பு பாஸ்வரம் :—பாஸ்வரத்தின் மற்றொரு தோற்றபேதம்[1] சிவப்பு-பாஸ்வரம். மணிஜாடியில் பாஸ்வரத்தையெரித்த சோதனையில், கடைசியாகக் கிண்ணத்தில் மிஞ்சிநின்ற சிவப்பு-பாஸ்வரத்தைக் கவனித்திருக்கலாம். வெள்ளை பாஸ்வரத்தைக் காற்றுப்படாமல் 250ச°க்குச் சூடுசெய்து அந்நிலைமையிற் சற்றுநேரம் வைத்துவைக்கச் சிவப்பு-பாஸ்வரம் உண்டாகும். சிறிதளவு பாடலகத்தைச் சேர்த்துச் சூடுசெய்தால் விகாரம் சீக்கிரமாகவும் குறைந்த உஷ்ண நிலையிலும் நடக்கும். விளைபொருளை ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்துடன் சேர்த்துச் சூடுசெய்ய வெள்ளை-பாஸ்வரம் முற்றிலும் அழிந்துவிடும்; சிவப்பு-பாஸ்வரமே மீதி நிற்கும். அதைப் பலதடவைகள் தண்ணீர்விட்டுக் கழுவிப் பின்பு ஈரமறச் செய்வார்கள். வெள்ளை-பாஸ்வரம் வெளிச்சத்தில் வைக்கப்பட்டாலும் மெதுவாகச் சிவப்பு-வகையாக மாறும். பாஸ்வர-த்ரி-இரக்தகையில் வெள்ளை-பாஸ்வரத்தைக் கரைத்து, விலயனத்தைக் கொதிக்கவைக்கச் சிவப்பு-வகையுண்டாகும்.

வெள்ளை-பாஸ்வரம்→சிவப்பு-பாஸ்வரம் என்ற விகாரத்தில் அதிக அளவு சூடு வெளிவரும். 31 கிராம் பாஸ்வர மாறுதலில் 3700 தா. உஷ்ணம் வெளியேறும். உயர்ந்த உஷ்ணநிலையில் சிவப்பு பாஸ்வரமே நிலையுள்ள பொருள்; வெள்ளை ரகத்தைவிட ரஸாயன வீரியத்தில் மந்தமானது.

பௌதிக குணங்கள் :—சிவப்பு-பாஸ்வரத்தை அஸ்படிக பாஸ்வரம் என்றுஞ் சொல்லுவதுண்டு. ஆனால்

[1] இதைப்பற்றிப் பௌதிக-குணங்கள் என்பதற்கடியில் பார்க்கவும்.

அதில் சிறிய சாய்வு-சதுர (Rhombohedral) ஸ்படிகங்கள் இருக்கின்றன என்று பெட்லரும் ரெட்ஜெர்ஸும் (Peddler and Retgers) காண்பித்திருக்கின்றனர் (1890). இவ்வகை பாஸ்வரம் உண்மையான தோற்றபேதமா என்பதைப் பலர் சந்தேகிக்கின்றனர். இதை உலோக பாஸ்வரத்திற் கரைந்த கருஞ் சிவப்பு பாஸ்வரமென்று கருதுகிறார்கள். அதுகறுத்த ஊதாச் சிவப்பு நிறமுள்ள பொடி. அதன் திண்மை 2·15. அது ஒளி வீசுகிறதில்லை. அதற்கு மணமாவது சுவையாவது கிடையாது. அது ஒரு விஷப் பொருளல்ல. கரிகந்தகத்திராவகம் முதலிய சேதன திராவணங்களிற்கூட அது கரைகிறதில்லை. 200°-க்குக் குறைந்த உஷ்ண நிலையில் அது காற்றில் பற்றியெரியாது. இக்குணங்கள் யாவும் வெள்ளை பாஸ்வரத்தின் குணங்களுக்கு நேர்விரோதமாயிருக்கின்றன. சிவப்பு-பாஸ்வரத்தை நன்றாய்ச் சூடு செய்ய அது ஆவியாக மாற, அவ்வாவி குளிர்ந்து, மஞ்சள்-பாஸ்வரமாக மாறும். ஆனால் வெற்றிடத்தில் 100°ச-ல் சிவப்பு பாஸ்வரம் யாதொரு மாறுபாடுமில்லாமல் உத்பதிக்கும். வெள்ளை பாஸ்வரத்தைப்போல் அவ்வளவு வீரியத்துடன் மற்ற வஸ்துக்களுடன் சேர்ந்து சிவப்பு-பாஸ்வரம் விகாரிக்காவிட்டாலும், அது ஹரிதக இனங்களாலும், பாக்கியகாமிலத்தாலும், கந்தககாமிலத்தாலும் பாதிக்கப்படும்.

ஷென்க்ஸ்-கருஞ் சிவப்பு பாஸ்வரம் (Shenck's Scarlet Phosphorus)

பாஸ்வர-த்ரி-இரக்தகையில் பாஸ்வரத்தைக் கரைத்து 180°ச உஷ்ண நிலையில் வைத்து வைக்க, மூன்றாவதுவகையொன்று விலயனத்திலிருந்து வெளிவரும். அவ்வகை சிவப்பு-பாஸ்வரத்தைவிட வீரியமுள்ளது. அவ்வகை தான் ஷென்க்ஸ்-கருஞ் சிவப்பு பாஸ்வரமென்பது. காற்றில் அது மெதுவாகவே பிராணீகரிக்கப்படும். அது நஞ்சல்ல. அது க்ஷாரத்திற் கரைய அப்ஜனக-பாஸ்வரை

வெளிவரும். தீக்குச்சி பண்ணும் தொழிலில் இது உபயோகிக்கப்படுகிறது.

ஹிட்டார்ப்-உலோகத்தன்மை பொருந்திய பாஸ்வரம் (Hittorf's Metallic Phosphorus)

சிவப்பு-பாஸ்வரத்தையும் ஸீஸத் துண்டுகளையும் குழாயிலெடுத்து, அதன் வாயை உருக்கி மூடிப் பின்பு 800°ச உஷ்ணநிலையில் ஒருநாள் வைத்துப் பின்பு குளிர விட, மற்றொருவகை பாஸ்வரமுண்டாகும். அதன் உருகு நிலை 620°—625°; திண்மை 2·34. அதுவே உலோகத் தன்மைபொருந்திய பாஸ்வரமெனப்படுவது.

இவ்வகைகள் யாவும் பாஸ்வரமென்ற தனிப்பொருளின் தோற்றபேதங்களே. அவைகள் ஒவ்வொன்றையும் ஒரே நிறையிலெடுத்து, பிராணவாயுவிற் சூடு செய்ய, ஒரே நிறையுள்ள பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணையுண்டாகும்.

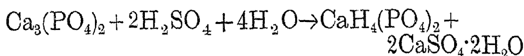
	மஞ்சள்-பாஸ்வரம்	சிவப்பு-பாஸ்வரம்
நிறம்	வெளுத்த மஞ்சள்	கருஞ் சிவப்பு
ஸ்படிகருபவர்க்கம்	கனசதுர-வர்க்கம் (Cubic System)	சாய்வு சதுரவர்க்கம் (Rhombohedral System)
மணம்	வெள்ளைப்பூண்டின் மணத்தைப்போலுள்ளது	மணமாவது சுவையாவது கிடையாது
விஷத்தன்மை	கொடிய விஷம்	விஷத்தன்மையற்றது
உருகுநிலை	44°ச	500°ச — 600°ச
திண்மை	1·82	2·05 — 2·39

	மஞ்சள் பாஸ்வரம்	சிவப்பு பாஸ்வரம்
கரிகந்தகத்திராவகம் முதலிய திராவணங்களில் கரைமானம்	கரையும்	கரையாது
பற்றி-எரி-நிலை	35°ச	260°ச
காற்றுப்படவைக்க	ஒளிவீசும். பிராணீகரணம்	ஒளிவீசாது. பிராணீகரணமேற்படுவதில்லை
சூடான ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையுடன் சூடுசெய்ய	தீவிர விகாரம். எரிவாயுக்கள் வெளிவரும்	யாதொரு விகாரமும் ஏற்படாது
ஹரிதக வாயுவில்	எளிதில் பற்றி எரியும்	சூடு செய்தால் பற்றி எரியும்

பரமாணுபாரம் :—இரஜத-பாஸ்வரையை Ag_3P விச்லேஷண முறைகளாற் சோதித்ததன் பயனாக பாஸ்வரத்தின் பரமாணுபாரம் 31·02 என்று நிச்சயிக்கப்பட்டிருக்கிறது. அதன் அணுபாரம் 124 என்றும் அணு சங்கேதம் P_4 என்றும் முன்னுலேயே குறிப்பிட்டிருக்கிறோம்.

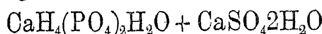
உபயோகங்கள் :—ஒரு வருஷத்தில் சுமார் 40,000 டன் பாஸ்வரம் உலகில் தயாரிக்கப்படுகிறது. அதில் 10-ல் ஒன்பது பங்கு ஜெர்மனிதேசத்தில் தயாரிக்கப்படுகிறது. பாஸ்வரம் முக்கியமாய் நெருப்புக்குச்சிகள், உரங்கள், சில ஔஷதங்கள், பீங்கான்கள், புடமிடுங் கருவிகள், ரொட்டிச்சூரணம் முதலியவைகளைத் தயாரிப்பதில் உபயோகப்படுகிறது. பாஸ்வரிகஜங்கள் நல்ல உரங்களென்று குறிப்பிட்டிருக்கிறோம். கால்ஸிய-அதிபாஸ்வரிகஜத்தை (Superphosphate of lime) எருவாக உபயோ

கிக்கிறார்கள். எலும்புச்சாம்பலையும் பூமியிலிருந்து வெட்டியெடுக்கப்படும் கால்ஸிய-பாஸ்வரிகஜத்தையும் அறை அமிலத்துடன் சேர்த்து அவ்வெருவைத் தயாரிக்கிறார்கள்.



$$Ca_3(PO_4)_2 + 2H_2SO_4 + 4H_2O \rightarrow CaH_4(PO_4)_2 + 2CaSO_4 \cdot 2H_2O$$

அங்கு அமில பாஸ்வரிகஜமும் கால்ஸிய-கந்தகிகஜமும் நீர்ப்பொருள்களாக மாறும்.



$$CaH_4(PO_4)_2H_2O + CaSO_42H_2O$$

சேர்ந்த கலவைக்குத்தான் கால்ஸிய-அதி-பாஸ்வரிகஜம் என்று பெயர்.



தீக்கடைதல்—படம் 138

தீக்குச்சிகள் :—

இந்நாளில் தீ உண்டாக்குவது வெகு எளிது. ஒரு தீக்குச்சியைக் கிழித்துப் பற்றவிட்டு விளக்கை ஏற்றிவிடு

கிறேம். ஆதிகாலத்தில் திடீரென்று தீ உண்டாக்குவது எளிதான காரியமன்று. கிளைகள் ஒன்றேடொன்று உராசு வதால் காட்டில் தீப்பற்றி எரிவதை, அக்காலத்தில், மனிதன் பார்த்திருப்பான். அதிலிருந்துதான் தீயைக்கடைந்து



தீக்கடைதல் (மற்றெரு முறை)

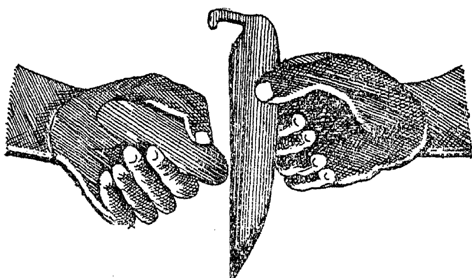
படம் 139

உண்டுபண்ண மனிதன் கற்றுக்கொண்டான். செத்தை, கந்தை இவைகளை ஒரு குழியிற்போட்டு அக்குழியில் ஒரு குச்சியை வைத்துக் கடைய, செத்தை பற்றி எரியும். அவ்வாறு கடைவதற்குப்பதிலாக ஒரு குச்சியை மற்றெரு குச்சியுடன் அழுத்தமாக ஒருவன் தேய்க்க, வெளிவரும்

தீப்பொறிகளில் மற்ருெருவன் பஞ்சைக் காட்டிப் பற்றி எரியச்செய்து நெருப்பை உண்டாக்கியதுமுண்டு. அல்லது



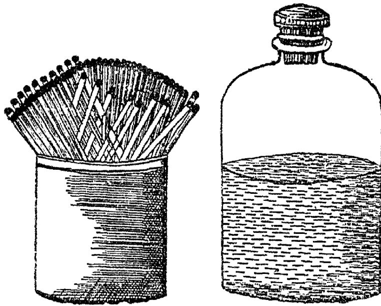
உரசு தீ—படம் 140



சிக்கிமுக்கிக் கற்கொண்டு தீயையுண்டாக்குதல்—படம் 141

சிக்கிமுக்கிக் கற்களை ஒன்ருேடொன்று தாக்கி அதிலுண்டாகும் தீப்பொறிகளைக் கொளுத்தியதுமுண்டு. முன்ளு

ளில் பல இந்திய மக்களின் வீடுகளில் அணையாநெருப்பு இருந்துவந்தது. அதைத் தெய்வம்போல் வணங்கிவந்தனர். ரஸாயன முறைகள் நாளடைவில் தெரியவரவே தீயை எளிதில் உண்டுபண்ண பல மார்க்கங்கள் தேடப்பட்டன. சுருக்கமாய்ச் சொல்லுமிடத்து 1805-ம் வருஷம் சான்ஸெல் (Chancel) என்பவர் தீக்குச்சிகள் செய்யும் விதத்தைக் கண்டுபிடித்தார். எளிதில் பற்றி எரியும் மரக்குச்சிக



தற்கால ரஸாயன-தீக்குச்சியின் முன்னோன்.

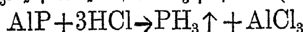
படம் 142

ளைச் சீவி, அவை ஒவ்வொன்றின் நுனியிலும் பொட்டாஸிய-ஹறிதகிகஜமும் சர்க்கரையுஞ் சேர்ந்த கலவையைச் சிறிதளவு ஒட்டவைத்து, அது காய்ந்தபின் அதைச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தில் நனைத்தவுடன் தீ உண்டாகக் குச்சி பற்றி எரிந்தது. அந்நாட்டில் சான்ஸெல் கண்டுபிடித்த தீக்குச்சிகளை எல்லோரும் போற்றி உபயோகித்துவந்தனர். அக்குச்சிகளையும் அவற்றைப் பற்றவைக்குஞ் சுண்டின கந்தகிகாமிலச் சீசாவையும் சட்டைப்பைக்குள் எடுத்துப்போன சமயங்களில் பலர் பல ஆபத்துக்குள்ளாயிருக்கின்றனர். பிரஞ்சுக்காரரான ஸௌரியா (Sauria) என்பவரும் ஆங்கிலேய தேசத்தவரான காங்க்ரீவ் (Congreve)

அதன் துர்க்கந்தத்தாலும் கொளுத்திவிட அது எரிவதாலும் அது வெளிவருவதைக் கண்டுகொள்ளலாம்.

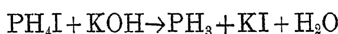


$$Ca_3P_2+6H_2O \rightarrow 2PH_3\uparrow+3Ca(OH)_2$$



$$AlP+3HCl \rightarrow PH_3\uparrow+AlCl_3$$

(2) பாஸ்போனிய-பாடலகையை PH_4I (பின்னால் பார்க்கவும்) தண்ணீருடனாவது அல்லது பொட்டாஸிய க்ஷாரவிலயனத்துடனாவது சேர்க்கச் சுத்தமான பாஸ்வீன் வெளிவரும்.

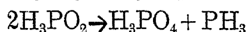


$$PH_4I+KOH \rightarrow PH_3+KI+H_2O$$

(3) பாஸ்வரசாமிலத்தையாவது பாஸ்வரசஜங்களையாவது, உப-பாஸ்வரசாமிலத்தையாவது உப-பாஸ்வர சஜங்களையாவது சூடு செய்தால் பாஸ்வீன் வெளிவரும்.

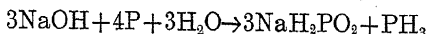


$$4H_3PO_3 \rightarrow 3H_3PO_4+PH_3$$



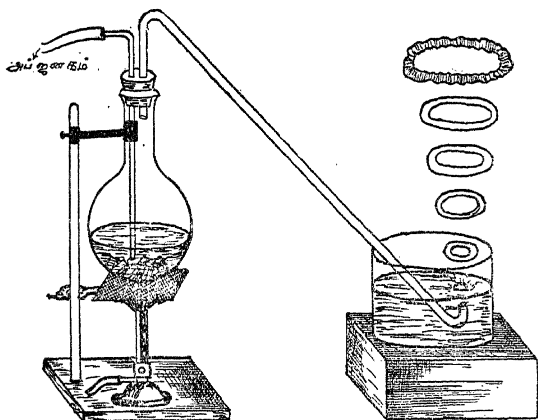
$$2H_3PO_2 \rightarrow H_3PO_4+PH_3$$

சாதாரணமாய்ச் சோதனைச்சாலையில் அதை உண்டாக்கிக் காட்டும் முறை:—மஞ்சள் பாஸ்வரத்தையும் 30% ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையையும் (பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்தை எடுத்துக்கொள்ளுவது நலம்) உருண்டைக் கூஜாவில் எடுத்து உபகரணத்தை 143-வது படத்திற் காட்டியபடி ஜோடிக்கவும். உபகரணத்திலுள்ள காற்றை அப்ஜனகத்தாலாவது அல்லது சோதனைச்சாலையில் உபயோகிக்கும் மண்ணெண்ணெய் வாயுவாலாவது விலக்கியபின், விலயனத்தைக் கொதிநிலைவரை சூடுசெய்ய, சுத்தமில்லாத பாஸ்வீன் வெளியே வரும். முக்கிய விகாரம் அடியிற்கண்ட சமீகரணத்திற் காட்டியவாறு நடக்குமென்று வைத்துக்கொள்ளலாம்.



$$3NaOH+4P+3H_2O \rightarrow 3NaH_2PO_2+PH_3$$

தண்ணீரிலிருந்து குமிழித்துக் கிளம்பும் ஒவ்வொரு கொப்புளமும் காற்றுடன் சம்பந்தப்பட்டவுடன் ஒரு சிறிய வெடியுடன் பற்றி எரிய, அழகிய பாஸ்வர-பஞ்ச-



பாஸ்வீன் தயாரித்தல்

படம் 143

பிராணமயமான வளையங்கள் மேலே எழும்பி விரிந்து மறைவது பார்க்க ஆச்சரியமாயிருக்கும். காற்றுப்பட்டவுடன் எரியுந்தன்மை பாஸ்வீனுடன் சேர்ந்துவரும் திரவ-அப்ஜனக-பாஸ்வரைக்குரியது. அங்கு வெளிவரும் வாயுவை, உறைமிச்ரத்தில் குளிர்ந்து நிற்கும் '**U**' வடிவக்குழாயின் வழியே செலுத்தத் திரவப்பொருள் படிந்துவிடும், சுத்தமான பாஸ்வீன் வெளியேறும்.

பௌதிக குணங்கள்:—பாஸ்வீன் ஒரு நிறமற்ற அழுகல்-மீனைப்போன்ற துர்நாற்றமுடைய விஷ வாயு. அதைத் திரவமாக்கலாம். அத்திரவம்—86°ச-ல் கொதிக்கும். சிறிதளவிலேதான் அது தண்ணீரிற் கரையும். ஆனால் அவ்விலயனம் க்ஷாரத்தன்மை பொருந்தியதல்ல (அமோனியாவிலிருந்து வித்தியாசப்படுகிறது). சுத்தமான அவ்வாயுவுள்ள ஜாடியில், ஒரு சூடான கண்ணாடிக்

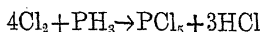
கோலை நுழைக்க, அவ்வாயு பற்றி எரியும். சூட்டில் அது தனிப்பொருள்களாகப் பிரியுந்தன்மையுடையது. வெளிச்சத்திலும் அது விபாகிக்குங் குணமுடையது.

ரஸாயன குணங்கள் :—காற்றில் 100°ச-க்கு சூடு செய்யப்பட அது பற்றி எரியும்.



$$PH_3 + 2O_2 \rightarrow HPO_3 + H_2O$$

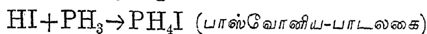
பாஸ்வரமுள்ள சேதன வஸ்துக்கள் சதுப்பு நிலங்களில் அழியும்பொழுது, பாஸ்வீனுண்டாகி வெளிவந்து பற்றி எரியும். இராக்காலங்களில் நாம் சதுப்பு நிலங்களிலிருந்து திடீர் திடீரென்று பிரகாசமான ஜ்வாலை கிளம்பி அணைவதைப் பார்த்திருக்கிறோம். அதைக் கொள்ளிவாய்ப் பிசாசென்று பலர் சொல்லுவார்கள். அவ்விடங்களுக்குச் சென்றால் அப்பேய் அடித்துக்கொன்றுவிடுமென்று பாமர ஜனங்கள் சொல்லுவது ஒருவிதத்தில் உண்மையே. ஏனெனில் பாஸ்வீனும் அவ்வினத்தைச் சேர்ந்தவையும் கொடிய விஷங்கள். கால்ஸிய-பாஸ்வரையும் கால்ஸிய-இங்காலையும் சேர்ந்த கலவையுள்ள தகரங்களைப் பொத்துச் சமுத்திரத்தில் எரிய, தண்ணீர் மேற்கண்ட சரக்குகளுடன் விகாரித்து அப்ஜனக-பாஸ்வரையையும் அஸெடிலீனையும் வெளியேறச் செய்யும். அப்ஜனக-பாஸ்வரை பற்றி எரிந்து அஸெடிலீனைக் கொளுத்திவிடும். இதற்கு 'ஹோம்ஸ் அறிகுறி' (Holmes' Signal) என்று பெயர். புகையும் பாக்கியகாமிலத்துடன் அது சம்பந்தப்பட ஒரு பெரிய வெடியுண்டாகும். இன்னும் ஹரிதகத்திலும் இராக்தகத்திலும் அது பற்றி எரியும்.



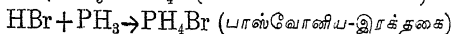
$$4Cl_2 + PH_3 \rightarrow PCl_5 + 3HCl$$

பாஸ்வரம் பாக்கியஜனக வர்க்கத்தைச் சேர்ந்ததாதலால், அமோனியாவின் குணங்களில் சிலவேனும் பாஸ்வீனில் காணப்படவேண்டுமல்லவா? பாஸ்வீன்-விலயனம் க்ஷார குணமற்றதாயிருந்தும், அப்ஜனக-ஹரிதகை, அப்

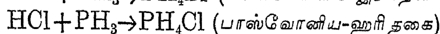
ஜனக-இரக்தகை, அப்ஜனக-பாடலகை முதலியவற்றுடன் பாஸ்வீன் சேர்ந்து பாஸ்வோனிய-அமிலஜங்களை (Phosphonium Salts) தரும்:



$HI + PH_3 \rightarrow PH_4I$ (பாஸ்வோனிய-பாடலகை)



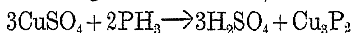
$HBr + PH_3 \rightarrow PH_4Br$ (பாஸ்வோனிய-இரக்தகை)



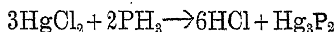
$HCl + PH_3 \rightarrow PH_4Cl$ (பாஸ்வோனிய-ஹரிதகை)

அப்ஜனக-பாடலகையிலிருந்து அப்ஜனக-ஹரிதகை வரை பாஸ்வீனின் ஸம்யோக உறவு குறைந்துகொண்டே வருகிறது. ஆனால் அமோனியா இதற்கு நேர்விரோதமான உறவைக் காட்டுகிறது. அதாவது, தாரதரித்துப் பார்க்குமிடத்து, அங்கு அமோனிய-ஹரிதகையே நிலையுள்ள பொருளாக இருக்க, இங்கு பாஸ்வோனிய-பாடலகையே நிலையுள்ள பொருள்.

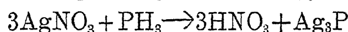
சுத்தமான பாஸ்வீன் பல உலோக உப்பு விலயனங்களுடன் விகாரித்து உலோக-பாஸ்வரைகளைக் கொடுக்கும் (அமோனியாவிலிருந்து வித்தியாசம்).



$$3CuSO_4 + 2PH_3 \rightarrow 3H_2SO_4 + Cu_3P_2$$

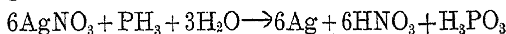


$$3HgCl_2 + 2PH_3 \rightarrow 6HCl + Hg_3P_2$$

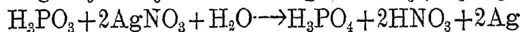


$$3AgNO_3 + PH_3 \rightarrow 3HNO_3 + Ag_3P$$

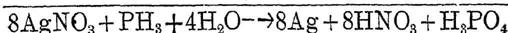
சில சமயங்களில் இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்திலிருந்து இரஜதமே அவபதிக்கலாம்.



$$6AgNO_3 + PH_3 + 3H_2O \rightarrow 6Ag + 6HNO_3 + H_3PO_3$$



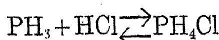
$$H_3PO_3 + 2AgNO_3 + H_2O \rightarrow H_3PO_4 + 2HNO_3 + 2Ag$$



$$8AgNO_3 + PH_3 + 4H_2O \rightarrow 8Ag + 8HNO_3 + H_3PO_4$$

பாஸ்வோனிய-ஐக்கியப் பொருள்கள் (Phosphonium Compounds)

பாஸ்வீனின் க்ஷாரகுணம் பலமற்றதே. முன் குறித்தபடி, அது சில அமிலங்களுடன் சேர்ந்து அமிலஜங்களைக் கொடுக்கும்.



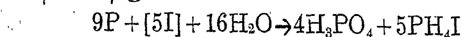
$$PH_3 + HCl \rightleftarrows PH_4Cl$$

பாஸ்வீனையும் அப்ஜனக-ஹரிதகையையும் — 35°ச-விலாவது அல்லது 18 வாயுமண்டல அமுக்க நிலையில் 15°ச-விலாவது விகாரிக்கச்செய்யப் பாஸ்வோனிய-ஹரிதகை-ஸ்படிகங்களுண்டாகும் (Phosphonium Chloride). அமுக்கத்தைக் குறைத்தாலும் சூட்டை அதிகரித்தாலும் அந்த ஐக்கியப் பொருள் விபாகிக்கும். சாதாரண உஷ்ண அமுக்க நிலையில் அது நிலையற்றது.

குளிர்ந்தநிலையில் பாஸ்வீனும் அப்ஜனக-இரக்தகையும் ஸம்யோகித்துப் பாஸ்வோனிய-இரக்தகை-ஸ்படிகங்களைக் (Phosphonium Bromide) கொடுக்கும். பாஸ்வோனிய-இரக்தகையும் நிலையற்ற பொருள்தான். ஆனால் அது பாஸ்வோனிய-ஹரிதகையைவிட நிலையுள்ளது.

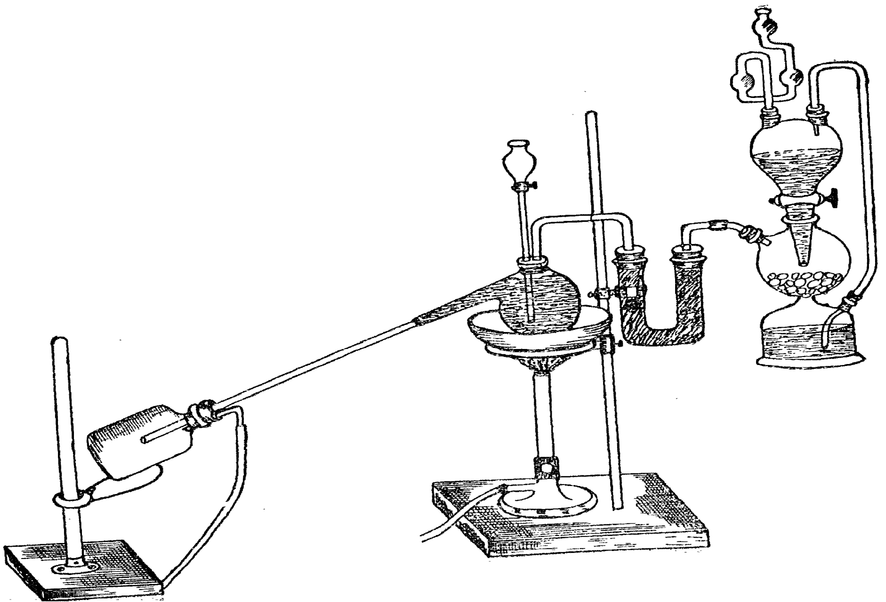
தாரதரித்துப் பார்க்குமிடத்து, பாஸ்வோனிய-பாடலகையே (Phosphonium Iodide) நிலையுள்ள பொருளென்று கருதவேண்டியிருக்கிறது. அதைச் சாதாரண உஷ்ணநிலையிலும் அமுக்கநிலையிலுந் தயாரிக்கலாம். ஆனால் அது 30°ச-லேயே விபாகிக்க ஆரம்பிக்கும்.

நீண்ட கழுத்துள்ள வாலையில் 10 கி. பாஸ்வரத்தைக் கரிகந்தகத்திராவகத்திற் கரைத்து, உள்ளிருக்குங் காற்றை கரியமிலவாயுவால் நீக்கி, கரிகந்தகத்திராவகத்தில் 17·5 கி. பாடலகத்தைக் கரைத்து, அவ்விலயனத்தைப் பாஸ்வரத்துடன் சேர்த்து, கரியமிலவாயுவைச் செலுத்திக்கொண்டே சூடுசெய்ய, கரிகந்தகத்திராவகம் ஆவியாய்ப் பரிணமித்துவிடும்; மீதிநிற்கும் பாஸ்வர-த்ரி-பாடலகையின்மேல் தண்ணீரைச் சொட்டவிட, பாஸ்வோனிய-பாடலகை குளிர்ந்த குழாயின் பக்கங்களில் வந்து படியும். வெளியேறும் அப்ஜனக-பாடலகையைத் தண்ணீரிற் கரைத்துவிடலாம்.



$$9P+[5I]+16H_2O \rightarrow 4H_3PO_4+5PH_4I$$

பாஸ்போனிய-பாடலகை, தண்ணீருடனாவது க்ஷார விலயனங்களுடனாவது சம்பந்தப்பட்டு நிற்கும்பொழுது, பாஸ்வீனை வெளியிட்டு வியோகிக்கும்.



பாஸ்வோனிய-
பாடலகையைத்
தயாரித்தல்

ப. 144

[அப்ஜனக-பாஸ்வரையைத் தயாரித்த சமயத்தில் P_2H_4 என்ற பொருளும் உப விளைவாக உண்டாகுமென்று குறித்தோம். அதன் கொதிநிலை 57°ச—58°ச. காற்றுப்பட அது சட்டென்று பற்றிப் பளிச்சென்றெரியும். வெளிச்சம்பட்டால், அது பாஸ்வீனாகவும், திட அப்ஜனகை-பாஸ்வரையாகவும் மாறும்.

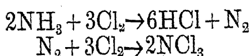
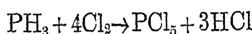
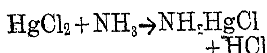


$$5P_2H_4 \rightarrow 6PH_3 + P_4H_2$$

திடஸ்திதியிலுள்ள P_4H_2 என்ற பொருள் மஞ்சள் நிறமுள்ளது. அணுபார நிர்ணயங்களிலிருந்து அதன் சங்கேதம் $P_{12}H_6$ என்று வெளிப்படுகிறது. திடஸ்திதியிலுள்ள வேறு சில அப்ஜனக-பாஸ்வரைகளுமுண்டென்று சொல்லுகிறார்கள்.]

அமோனியா பாஸ்வீன் இவைகளின் ஒற்றுமை வேற்றுமைகளைக் கவனிப்போம்.

	அமோனியா	பாஸ்வீன்
	தயாரித்தல்	
1	$Ca_3N_2+6H_2O\rightarrow 3Ca(OH)_2+2NH_3$ சுத்தமான வாயு	$Ca_3P_2+6H_2O\rightarrow 3Ca(OH)_2+2PH_3$ சுத்தமற்றது
2	$Ca_3N_2+6HCl\rightarrow$ அமோனிய-ஹரிதகை யுண்டாவதால் அமோனியா தனித்து வெளிவராது.	$Ca_3P_2+6HCl\rightarrow 3CaCl_2+2PH_3\uparrow$
3	$NH_4I+KOH\rightarrow NH_3+H_2O+KI$	$PH_4I+KOH\rightarrow PH_3+H_2O+KI$
4	நேர்ஸம்யோகம் சிரமம்	நேர்ஸம்யோகம் சாதாரணமாயேற்படாது
5	பாக்கியஜனகம் க்ஷார விலயனங்களுடன் விகாரிக்காது.	பாஸ்வரம் க்ஷாரவிலயனத்துடன் விகாரித்து அசுத்த பாஸ்வீனைக் கொடுக்கும்

அமோனியா	பாஸ்வீன்
பௌதிக குணங்கள்	
நிறமற்ற காரமணமுள்ள விஷமற்ற வாயு. தண்ணீரில் எளிதில் கரையும். கரையும்பொழுது சூடு வெளித்தோன்றும்	நிறமற்ற மீன் நாற்றமுடைய விஷவாயு. தண்ணீரிற் சிறிதளவே கரையும்
எரிபொருளல்ல	எரிபொருள்
அதிக உஷ்ணநிலையிலும் நிலையுள்ளது	வெகு எளிதில் அற்பச் சூட்டிலேயே வியோகிக்கும்
ரஸாயன குணங்கள்	
NH_4OH- க்ஷார குணமுடையது	PH_4OH? விலயனம் லிட்மஸ் நிறத்தை மாற்றுது. விலயனத்திலிருந்து சிவப்பு பாஸ்வரம் வெளிவரும்
அமிலங்களின் வீரியத்தை அழித்து அமிலஜங்களைக் கொடுக்கும்.	அப்ஜனக-பாடலகையுடனே தான் சாதாரண நிலையில் ஐக்கியமாகும்.
பிராணமில வாயுவுடன் சேர்ந்து அமிலஜங்களைத் தரும்	பிராணமில வாயுவுடன் சேரப் பிராணீகரணமுண்டாகும் … (P_2O_5)
அமோனிய-ஹரிதகை நிலையுள்ளது	பாஸ்வோனிய-பாடலகை நிலையுள்ளது
அமோனியா பாஸ்வீனை விலக்கவல்லது	
 $2NH_3 + 3Cl_2 \rightarrow 6HCl + N_2$ $N_2 + 3Cl_2 \rightarrow 2NCl_3$	 $PH_3 + 4Cl_2 \rightarrow PCl_5 + 3HCl$
இரசிக ஹரிதகையுடன் விகாரிக்க	
 $HgCl_2 + NH_3 \rightarrow NH_2HgCl + HCl$	 Hg_3P_2 அவபதிக்கும்

அமோனியா	பாஸ்வீன்
தாமிர-கந்தகிகஜத்துடன் விகாரிக்க	
$CuSO_4 4NH_3 H_2O$ உண்டாகும்	Cu_3P_2 அவபதிக்கும்
இரஜத-பாக்கியமிக்ஜத்துடன் விகாரிக்க	
$AgNO_3 + NH_4OH \rightarrow AgOH + NH_4NO_3$ கடைசியாக $Ag(NH_3)_2OH$ உண்டாகிக் கரைந்து நிற்கும்	இரஜதமும் Ag_3P யும் அவபதிக்கும்

பாஸ்வரமும் ஹரிதக இனங்களுமுள்ள ஐக்கியப் பொருள்கள்
(Halogen Compounds of Phosphorus)

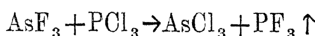
பாஸ்வரம் எல்லா ஹரிதக இனங்களுடனுஞ் சேர்ந்து ஐக்கியப்பொருள்களைத் தரும். இரண்டுவிதமான பொருள்களுண்டாகலாம். அவைகளை PX_3 என்றும் PX_5 என்றுங் குறிக்கலாம் ($X =$ ஹரிதக இனம்)

சங்கேதம்	ஸ்திதி	கொதிநிலை	உருகுநிலை
PF_3	நிறமற்ற வாயு	$-95°$ச	$-160°$ச
PF_5	ஷை	$-75°$ச	$-83°$ச
PCl_3	நிறமற்ற திரவம்	$76°$ச	$-112°$ச
PCl_5	வெண்மை ஸ்படிகங்கள்	$162°$ச-ல் உத்பதிக்கும்	$-148°$ச
PBr_3	நிறமற்ற திரவம்	$170{\cdot}8°$ச	$-41{\cdot}5°$ச
PBr_5	கிச்சிலி நிறமுள்ள ஸ்படிகங்கள்	சூடுசெய்ய வியோகிக்கும்	
P_2I_4	கிச்சிலிச்சிவப்பு ஸ்படிகங்கள்	——	$110°$ச
PI_3	கருஞ்சிவப்பு ஸ்படிகங்கள்	——	$55°$ச

PBr_7, PBr_2F_3, PCl_3Br_2 என்ற பொருள்களுமிருக்கின்றன.

பாஸ்வர-காசாதைகள் (Phosphorus Fluorides)

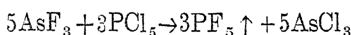
பாஷாண-த்ரி-காசாதையைப் பாஸ்வர-த்ரி-ஹரிதகையிற் சொட்டவிட (உபகரணத்தில் ஈரம் இருக்கக்கூடாது) நிறமற்ற பாஸ்வர-த்ரி-காசாதை வெளிவரும்.



$$AsF_3 + PCl_3 \rightarrow AsCl_3 + PF_3 \uparrow$$

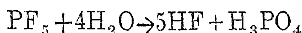
அதை மின்பொறிகளால் தாக்க, பாஸ்வரமும் பாஸ்வர-பஞ்ச-காசாதையும் உண்டாகும்.

பாஸ்வர-பஞ்ச-ஹரிதகையின்மேல் பாஷாண-த்ரி-காசாதையைச் சொட்டவிட பாஸ்வர-பஞ்ச-காசாதை வெளிவரும்.



$$5AsF_3 + 3PCl_5 \rightarrow 3PF_5 \uparrow + 5AsCl_3$$

பாஸ்வர-பஞ்ச-காசாதையும் நிறமற்ற வாயு. எளிதில் நீர்வியோகமடையக்கூடியது.



$$PF_5 + 4H_2O \rightarrow 5HF + H_3PO_4$$

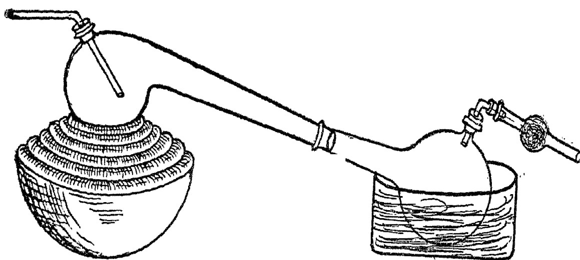
PCl_5, PBr_5 இவைகளின் குணத்திற்கு மாறாக, PF_5 சூடு செய்யப்பட்டால் வியோகித்து $PF_3 + F_2$ ஆக மாறுகிறதில்லை.

பாஸ்வரம் ஹரிதகத்துடன் நேரே ஸம்யோகித்துப் பாஸ்வர-த்ரி-ஹரிதகையையும் (PCl_3) பாஸ்வர-பஞ்ச-ஹரிதகையையுங் (PCl_5) கொடுக்கும்.

பாஸ்வர-த்ரி-ஹரிதகை PCl_3 (Phosphorus Trichloride)

கண்ணாடிவாலையில் மஞ்சள் பாஸ்வரத்தையும், கொஞ்சம் மணலையும் எடுத்துக்கொண்டு உபகரணத்தை 145-வது படத்தில் காட்டியபடி ஜோடித்து உள்ளிருக்குங் காற்றை கரியமிலவாயுவினால் விலக்கிவிடவும். குழாயின் நுனியைப் பாஸ்வரத்திற்கு மேலாக அமைத்து—நுனி பாஸ்வரத்தைத் தொட்டுநிற்கவுங்கூடாது; தள்ளிநிற்கவுங்கூடாது—

ஹரிதகத்தை அதன் வழியாகச் செலுத்தவும். (நுனி தொட்டுநின்றால், பாஸ்வரம் பற்றி எரிந்து உண்டாகுஞ் சூட்டில் மஞ்சள் பாஸ்வரம் சிவப்பு பாஸ்வரமாக மாறும். நுனி விலகிநிற்க விகாரம் வெகு மெதுவாகவே நடக்கும்.) பாஸ்வரம் இருக்கும் வாலையைச் சுடுதண்ணீராற் சூடு

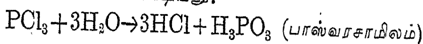


பாஸ்வர-த்ரி-ஹரிதகையைத் தயாரித்தல்

படம் 145

செய்ய, ஒரு ஜ்வாலை தோன்றும்; பாஸ்வர-த்ரி-ஹரிதகை வடியும். உபகரணத்திற்குள் ஈரமில்லாமல் பார்த்துக் கொள்ளவேண்டியது வெகு அவசியம். ஈரமிருந்தால் நீர் வியோகமேற்படும். பாஸ்வரம் மறைந்தவுடன் வாலையைச் சூடு செய்ய, பாஸ்வர-த்ரி-ஹரிதகை முற்றிலும் ஆவியாய்ப் பரிணமித்து, மறுபடியும் கிரஹணீபாத்திரத்தில் வடியும். வடிதிரவத்துடன் சிறிதளவு பாஸ்வரத்தைச்சேர்த்து மறுபடியும் சூடுசெய்து, சுத்தமான பாஸ்வர-த்ரி-ஹரிதகையை வடித்தெடுக்கலாம்.

குணங்கள் :—பாஸ்வர-த்ரி-ஹரிதகை, நிறமற்ற வெறுப்புமணமுள்ள திரவம்; காற்றிலுள்ள நீராவியுடன் விகாரித்துப் புகையும். ஏனென்றால் அது வெகு எளிதில் நீர்வியோகமடையக்கூடியது.

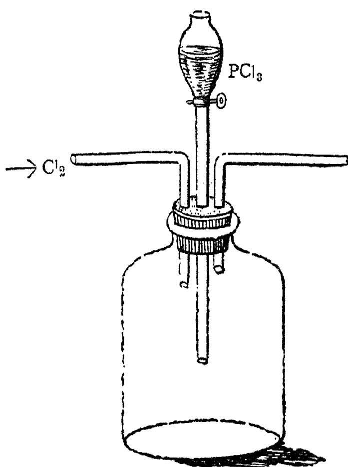


$$PCl_3 + 3H_2O \rightarrow 3HCl + H_3PO_3$$ (பாஸ்வரசாமிலம்)

அதன் கொதிநிலை $=76°$ச: திண்மை $=1{\cdot}58$.(20°ல்)

பாஸ்வர-பஞ்ச-ஹரிதகை PCl_5
(Phosphorus Pentachloride)

பாஸ்பர-த்ரி-ஹரிதகை ஹரிதகத்துடன் ஸம்யோகித்துப் பாஸ்வர-பஞ்ச-ஹரிதகையைக் கொடுக்கும். பாஸ்வர்-பஞ்ச-ஹரிதகையைக் கையாளுவது வெகு சிரமம். அது வெகு எளிதில் நீர்வியோகமடையக்கூடியது. ஆகையால் சோதனைச்சாலையில் அதைத் தயாரிக்கும்பொழுது, எந்தச் சீசாவில் அதை வைத்துக்கொள்ள நினைக்கிறோமோ அதையே உபகரணமாக எடுத்துக்கொள்ளுவோம். 146-வது படத்திற் காட்டியபடி வாயகன்ற ஒரு சீசாவை யெடுத்து, பெய்குழலும் இரண்டு விடுகுழாய்களும் அமைக்கப்பட்ட தக்கைகொண்டு மூடி, பனிக்கட்டியும் தண்ணீருமுள்ள தொட்டியில் வைத்துக் குளிரவிடவும்.

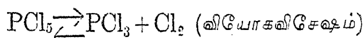


பாஸ்வர-பஞ்ச-ஹரிதகையைத் தயாரித்தல்

படம் 146

பெய்குழலில் பாஸ்வர-த்ரி-ஹரிதகையை யெடுத்துச் சொட்டவிட்டு, ஒரு விடுகுழாயின் வழியே ஈரமற்ற ஹரிதகத்தைச் செலுத்தவும். விகாரத்தின் முடிவில் சுத்தமான ஈரமற்ற பாஸ்வர-பஞ்ச-ஹரிதகைக் கட்டிகள் சீசாவில் தங்கிநிற்கும்.

குணங்கள் :—பாஸ்வர-பஞ்ச-ஹரிதகை மஞ்சட் குளித்த நிறமுடைய ஸ்படிகங்கள். அது வெறுப்பான காரமணமுடையது. சூடுசெய்யப்பட்டால், அது உருகாமல் ஆவியாய் உத்பதிக்குந்தன்மையுடையது. சூட்டில் அது வியோகிக்கும்.



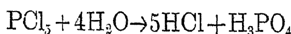
$$PCl_5 \rightleftarrows PCl_3 + Cl_2$$ (வியோகவிசேஷம்)

அது சிறிதளவு தண்ணீருடன் சேர, பாஸ்வர-பிராண-ஹரிதகை POCl (Phosphorus Oxychloride) உண்டாகும்.



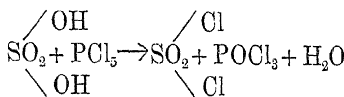
$$PCl_5 + H_2O \rightarrow POCl_3 + 2HCl$$

அதிகத் தண்ணீருடன் நீர்வியோகம் முற்றிலும் நடக்கும்.



$$PCl_5 + 4H_2O \rightarrow 5HCl + H_3PO_4$$

மேற் குறிப்பிட்ட இரண்டு பாஸ்வர-ஹரிதகைகளும், சேதன, அசேதன ரஸாயன முறைகளிலும், அப்ஜ-பிராணை மூலத்தை விலக்கி ஹரிதகத்தைப் புகவிட உபயோகப்படுகின்றன.



$$SO_2{<}^{OH}_{OH} + PCl_5 \rightarrow SO_2{<}^{Cl}_{Cl} + POCl_3 + H_2O$$



$$C_2H_5OH + PCl_5 \rightarrow C_2H_5Cl + POCl + HCl$$

சாராயம் — ஈதைல்-ஹரிதகை

பாஸ்வர-பிராண-ஹரிதகையை ($POCl_3$) மேலே குறித்தபடி தயாரிக்கலாம். அது நிறமற்ற புகையுங் கிரவம். அதன் கொதிநிலை 107°ச; உருகு நிலை 1·5°ச]

பாஸ்வர-இரக்தகைகள் (Phosphorus Bromides)

கரிகந்தகத்திராவகத்தில் இரக்தகத்தைக் கரைத்துச் சிவப்பு பாஸ்வரத்தின்மேல் அவ்விலயனத்தைச் சொட்ட விட, விகாரம் நடக்கும். இளஞ் சூடுகாட்டி (46°) திராவணத்தை விலக்கி, பின்பு நன்றாய்ச் சூடுசெய்ய பாஸ்வர-த்ரி-இரக்தகை PBr_3 (Phosphorus Tribromide) கிராஹணி பாத்திரத்தில் சொட்டும். அது நிறமற்ற திரவம். அதன் கொதிநிலை 175°ச. அதன் குணங்கள் பாஸ்வர-த்ரி-ஹரிதகையின் குணங்களைப்போலுள.

பாஸ்வர-த்ரி-இரக்தகை இரக்தகத்துடன் சேர்ந்து பாஸ்வர-பஞ்ச-இரக்தகையைக் PBr_5 (Phosphorus Pentabromide) கொடுக்கும். அது மஞ்சள் நிறமுள்ள திடப்பொருள். சூடுபட அது எளிதில் வியோகிக்கும்.



$$PBr_5 \rightleftarrows PBr_3 + Br_2$$

பாஸ்வர பாடலகைகள் (Phosphorus Iodides)

கரிகந்தகத்திராவகத்திற் கரைந்த பாஸ்வர (10 கி) விலயனத்துடன், கரிகந்தகத்திராவகத்திற் கரைந்த பாடலக (123 கி) விலயனத்தைச் சேர்த்து, மெதுவாகத் திராவணத்தை ஆவியாய்ப் பரிணமிக்கவிட்டு விலக்க, ஒரு சிவந்த ஸ்படிகப் பொருள் தங்கிநிற்கும். அதுதான் பாஸ்வர-த்ரி-பாடலகை PI_3 (Phosphorus Triiodide) அதன் உருகுநிலை 61°ச. சூடு செய்யப்பட அது வியோகிக்கும். மேற்கண்ட முறைப்படி 10 கிராம் பாஸ்வரத்துடன் 82 கிராம் பாடலகத்தை விகாரிக்கச் செய்ய P_2I_4 என்ற பாஸ்வர-பாடலகை உண்டாகும். அதன் நிறம் கிச்சிலிச்சிவப்பு; உருகு நிலை 110°ச. பாஸ்வர பஞ்ச-பாடலகை உண்டா என்பது சந்தேகிக்கத்தக்கதாயிருக்கிறது.

பாஸ்வர-பிராணைகளும் பாஸ்வர-பிராண-அமிலங்களும்
(Oxides and Oxy-acids of Phosphorus)

நான்கு பாஸ்வர-பிராணைகள் நன்கு தெரிந்தவை. அவைகளாவன :—

1. பாஸ்வரச-பிராணை (Phosphorous oxide) P_4O_6
2. பாஸ்வர-சதுர்-பிராணை (Phosphorus tetroxide) P_2O_4
3. பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணை (Phosphorus pentoxide) P_2O_5
4. பாஸ்வர-உப-பிராணை (Phosphorus suboxide) P_4O.

அநேக பாஸ்வர-பிராண அமிலங்களுண்டு. அநேகமாய் அவைகளை மேற்கண்ட பிராணைகளிலிருந்து உண்டு பண்ணலாம்.

1. உப-பாஸ்வரசாமிலம் (Hypophosphorous acid) H_3PO_2
2. உப-பாஸ்வரிகாமிலம் (Hypophosphoric acid) H_2PO_3
3. பூர்வ-பாஸ்வரசாமிலம் (Ortho-phosphorous acid) H_3PO_3
4. உஷ்ண-பாஸ்வரசாமிலம் (Pyro-phosphorous acid) $H_4P_2O_5$
5. மித-பாஸ்வரசாமிலம் (Meta-phosphorous acid) HPO_2
6. பூர்வ-பாஸ்வரிகாமிலம் (Ortho-phosphoric acid) H_3PO_4
7. உஷ்ண-பாஸ்வரிகாமிலம் (Pyro-phosphoric acid) $H_4P_2O_7$

8. மித-பாஸ்வரிகாமிலம் (Meta-phosphoric acid) HPO_3

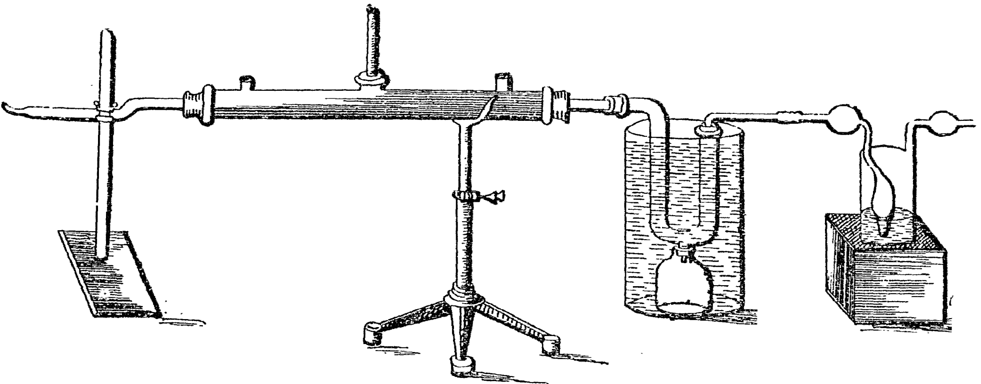
9. பர-ஏக-பாஸ்வரிகாமிலம் (Per-monophosphoric acid) H_3PO_5

10. பர-துவி-பாஸ்வரிகாமிலம் (Per-diphosphoric acid) $H_4P_2O_8$

பாஸ்வரச-பிராணை P_4O_6 (Phosphorous oxide)

இதை பாஸ்வர-த்ரி-பிராணையென்றுஞ் சொல்லுவது உண்டு. பாஸ்வரம் குறைந்த அளவுள்ள காற்றிலாவது பிராணவாயுவிலாவது எரிய, பாஸ்வர-த்ரி-பிராணையும், பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணையும் உண்டாகும். சுத்தமான பாஸ்வரச-பிராணையைத் தயாரிக்க, 147-வது படத்தில் காட்டியபடி உபகரணத்தை ஜோடிக்கவும். வெள்ளைப் பாஸ்வரத்தைத் தகனக்குழாயிலெடுத்து, அக்குழாயை லீபிக்-கனீகரணியுடன் இணைக்கவும். கனீகரணி 60°ச-ல் இருக்கும்படி, உபகரணத்தின் வெளிக்குழாயில் சூடான தண்ணீரைச் செலுத்திக்கொண்டிருக்கவும். கனீகரணியை, உறைமிச்ரத்தில் அமுக்கப்பட்டிருக்கும் ‘U’ குழாயுடனும் சீசாவுடனும் இணைக்கவும். ‘U’ குழாயைச் சுண்டின கந்தகிகாமிலமுள்ள உறிஞ்சு சீசாவுடனும் இணைக்கவும். உறிஞ்சு சீசாவின் மற்ற நுனியை வடி உறிஞ்சியுடன் பொருத்தவும். கனீகரணியின் வலது நுனியிற் சிறிதளவு கண்ணுடி-நூலை வைக்கவும். பாஸ்வரத்தைக் கொளுத்திவிட்டு உபகரணத்தின் வழியாகக் காற்றை (வடியுறிஞ்சிவழியே வேண்டிய அளவில் தண்ணீர் செல்லும்படி குழாயைத் திருப்பி) மெதுவாக இழுக்கவும்.

அங்கு உண்டாகும் பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணை கண்ணுடி-நூலால் தடுக்கப்பட்டுக் கனீகரணியிலேயே தங்கிவிடும். ‘U’ குழாயில் பாஸ்வரச-பிராணை உறையும். அதை உருக்கி அடியிலுள்ள சீசாவில் விழச் செய்யலாம்.

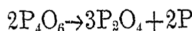


பாஸ்வரச-பிராணேயைத் தயாரித்தல்

படம் 147

உறிஞ்சு-சீசாவிலுள்ள கந்தகிகாமிலம் பாஸ்வரச-பிரா ணையை நீராவி தாக்காமல் தடுக்கும். கரிகந்தகத்திராவ கத்தில் கரைத்து ஸ்படிகீகரணஞ்செய்தும் பின்பு அதைக் காய்ச்சி வடித்தும் பாஸ்வரச-பிராணையைச் சுத்திசெய்ய லாம்.

குணங்கள் :—பாஸ்வரச-பிராணை சாதாரண நிலையில் ஒரு திரவமே. குளிரவைக்க அது ஏக-கோண-மைய ஸ்படிகங்களாக மாறும். அம்மெழுகுபோன்ற பொருள் 23°ச-ல் உருகும். அதன் கொதிநிலை 173°ச. அது வெறுப்பான மணமும் விஷத்தன்மையும் பொருந்தியது. அதன் அணுசங்கேதம் P_4O_6 என்று ஆவி திண்மான முறையும் அணுபார நிர்ணய முறையும் காட்டுகின்றன. காற்றில் சூடு செய்ய அது பற்றியெரிந்து பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணையாக மாறும். அதைத் தீவிரமாய்ச் சூடு செய்ய, அது பாஸ்வர-சதுர்-பிராணையாகவும் பாஸ்வரமாகவும் விபாகிக்கும்.



$$2P_4O_6 \rightarrow 3P_2O_4 + 2P$$

அது குளிர்ந்த தண்ணீரிற் கரைய பாஸ்வரசாமில முண்டாகும். எனவே அது நிர்ஜலபாஸ்வரசாமிலம்.



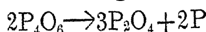
$$P_4O_6 + 6H_2O \rightarrow 4H_3PO_3$$

ஆனால் சுடு தண்ணீரில் அதைப் போட வெடியுண் டாகிப் பாஸ்பீனும், சிவப்புபாஸ்வரமும், பாஸ்வரிகாமிலமு முண்டாகும். ஹரிதகவாயுவிலும், இளஞ் சூடுள்ள பிராணவாயுவிலும் பாஸ்வரச-பிராணை பற்றியெரியும். பாஸ்வர-த்ரி-பிராணை நிலையுள்ள பொருளாக இருக்க, பாக்கியஜனக-த்ரி-பிராணை நிலையற்றதாயிருப்பதைக் கவ னிக்கவும்.

பாஸ்வர-சதுர்-பிராணை. P_2O_4
(Phosphorus Tetroxide)

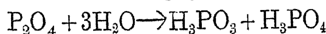
பாஸ்வரச-பிராணையைத் தகனக்குழாயிலெடுத்து வாயை உருக்கி மூடியபின் 440°ல் சூடு செய்ய, பாஸ்வர-

சதுர்-பிராணையும் பாஸ்வரமுமுண்டாகும். குழாயிலுள்ள காற்றை வெளியேற்றிப் பின்பு வாயை உருக்கி மூடினால் விகாரம் 300°-லேயே நடக்கும்.



$$2P_4O_6 \rightarrow 3P_2O_4 + 2P$$

அப்பிராணை நிறமற்ற, தகதகப்பான ஸ்படிக வஸ்து. 180°ல் அது உத்பதிக்கும். அது தண்ணீரிற் கரைய பாஸ்வரசாமிலமும் பாஸ்வரிகாமிலமுமுண்டாகும்.



$$P_2O_4 + 3H_2O \rightarrow H_3PO_3 + H_3PO_4$$

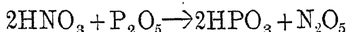
N_2O_4 என்ற பொருளைப்போல் P_2O_4 என்ற பொருளும் நிர்ஜலாமில-மிச்ரம். (Mixed anhydride)

பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணை. P_2O_5
(Phosphorus Pentoxide)

அதிக அளவுள்ள காற்றிலாவது, பிராணவாயுவிலாவது பாஸ்வரம் எரியும்பொழுது, பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணையுண்டாகும். பாஸ்வரம் எரியும்பொழுது நாமுணரும் வெள்ளைப்பூண்டு போன்ற நாற்றம், பஞ்ச-பிராணையுடன் மற்றப் பிராணைகள் உண்டாவதால்தான் ஏற்படுகிறது. ஈரமில்லாத காற்றில் பாஸ்வரத்தை எரியவிட்டுத் தயாரித்த பஞ்ச-பிராணையைப் பிராணவாயுவிற் சூடுசெய்து உத்பாதனமுறையாற் சுத்திசெய்யலாம்.

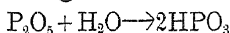
குணங்கள்:—சுத்த பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணை ஒரு நிறமற்ற மணமற்ற திடப்பொருள். அதைச் சூடுசெய்ய 50°ச-லேயே உத்பதிக்க ஆரம்பித்து 250°ச-ல் அதிவிரைவாக ஆவியாக மாறும். அந்த ஆவி குளிர்ந்து ஸ்படிக பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணையாக மாறும். ஆவி திண்மான முறை, அதன் சங்கேதம் P_4O_{10} என்று காட்டுகிறது. ஆனால் நாம் சமீகரணங்களில் P_2O_5 என்பதையே சௌகரியத்திற்காக உபயோகிப்போம். அது தண்ணீரையும் நீராவியையும் வெகு எளிதில் உறிஞ்சுந்தன்மை பொருந்தியது. அதைக் காற்றுப்படவைக்க அது காற்றிலுள்ள

நீராவியுடன் கலந்து வெகு சீக்கிரம் கசிந்துவிடும். ஆனது பற்றியே பண்டங்களிலுள்ள ஈரத்தைப்போக்க அது ரஸாயனச்சாலையில் உபயோகிக்கப்பட்டுவருகிறது. அமோனியாவைத்தவிர, மற்ற எல்லா வாயுக்களையும், பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணேகொண்டு ஈரமறச்செய்யலாம். இத்தீவிர-நீர் வாங்குந்தன்மைதான், பாக்கியகாமிலத்திலிருந்து பாக்கிய ஜனக-பஞ்ச-பிராணேயைத் தயாரிக்கக் காரணமாயிருப்பது.



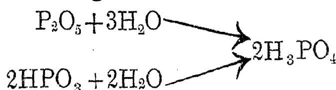
$$2HNO_3 + P_2O_5 \rightarrow 2HPO_3 + N_2O_5$$

பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணே, குளிர்ந்த தண்ணீரில் "சொர்" என்ற சப்தத்துடன் கரைந்து, மித-பாஸ்வரிகாமிலத்தைக் கொடுக்கும்.



$$P_2O_5 + H_2O \rightarrow 2HPO_3$$

அவ்விலயனத்தைக் கொதிக்கவைக்க அது மற்றுமொரு தண்ணீர் அணுவுடன் சேர்ந்து பூர்வ-பாஸ்வரிகாமிலத்தைக் கொடுக்கும்.

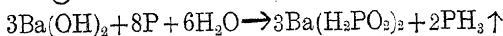


$$P_2O_5 + 3H_2O \rightarrow 2H_3PO_4$$
$$2HPO_3 + 2H_2O \rightarrow 2H_3PO_4$$

பாஸ்வர-உப-பிராணே அவ்வளவு முக்கியமான பொருளில்லை. மேலும் 1927-ம் வருஷத்தில் சாக், பார்டிங்டன் (Chalk and Partington) என்பவர்கள் சோதனேகளின் பயனுக, பாஸ்பர-உப-பிராணேகள் என்று சொல்லப்படும் பொருள்கள் அசுத்த அஸ்படிக பாஸ்வரம் என்று அறிந்திருக்கின்றனர். ஆகையால், அதைப்பற்றி நாம் இங்கு கவனிக்கவேண்டியதில்லை.

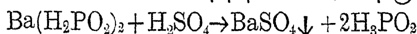
உப-பாஸ்வரசாமிலம் (Hypophosphorous Acid)

இவ்வமிலத்திற்குரிய நிர்ஜலாமிலங் கிடையாது. பாஸ்வரத்தைப் பேரிய-அப்ஜ-பிராணே விலயனத்துடன் கொதிக்கவைக்க, பேரிய-உப-பாஸ்வரஜமும் பாஸ்வீனும் உண்டாகும்.



$$3Ba(OH)_2 + 8P + 6H_2O \rightarrow 3Ba(H_2PO_2)_2 + 2PH_3 \uparrow$$

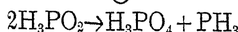
விகாரம் முடிந்தபின்பு, விலயனத்தில் வேண்டிய அளவு கந்தகிகாமிலத்தைச் சேர்க்கப் பேரிய-கந்தகிகஜம் அவபதித்துவிடும். அல்லது விலயனத்தில் கரியமிலவாயுவைச் செலுத்த, பேரிய-இங்காலிகஜம் அவபதித்துவிடும்; உப-பாஸ்வரசாமிலம் விலயனத்திற் கரைந்து நிற்கும்.



$$Ba(H_2PO_2)_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4\downarrow + 2H_3PO_2$$

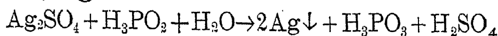
அவபதிதத்தை வடிகட்டிப் பிரித்து வடிதிரவத்தை 105°க்கு மேற்படாத சூட்டில் வற்றவைத்துப் பின்பு குளிரவிட, (பனிக்கட்டிகளை உபயோகிக்கவும்) அமிலம் திட ஸ்திதியில் நிறமற்ற ஸ்படிகங்களாகப் பிரியும்.

குணங்கள் :—குளிர்ந்த நிலையில் உப-பாஸ்வரசாமிலம் நிறமற்ற தகடுகளாகக் காணப்படும். அதன் உருகு நிலை 17·4°ச. அதைச் சூடு செய்யப் பாஸ்வீனும் பூர்வ-பாஸ்வரிகாமிலமும் உண்டாகும்.



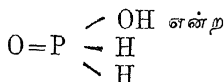
$$2H_3PO_2 \rightarrow H_3PO_4 + PH_3$$

அது ஒரு வீரிய க்ஷயகாரி. அது ஸ்வர்ணம், இராஜதம், இரஸம் இவைகளை அவ்வவற்றின் விலயனங்களிலிருந்து அவபாதிக்கும்.



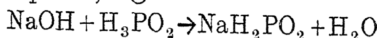
$$Ag_2SO_4 + H_3PO_2 + H_2O \rightarrow 2Ag\downarrow + H_3PO_3 + H_2SO_4$$

அது பலங்குறைந்த ஏக-க்ஷாரத்வமுள்ள அமிலம். அவ்வமிலத்தின் ஓரணுவில் மூன்று அப்ஜனக பரமாணுக்கள் இருந்தும், ஓர் அப்ஜனக பரமாணுவே விலக்கத்தக்க நிலைமையிலிருக்கிறது. ஆகையால் அவ்வமிலத்தின் அணு அமைப்பை



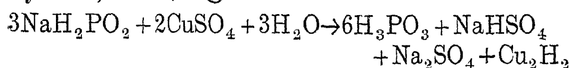
$$O=P \begin{matrix} \diagup OH \\ - H \\ \diagdown H \end{matrix}$$ என்ற

சங்கேதத்தாற் காட்டுவது வழக்கம். க்ஷாரங்கள் அவ்வமிலத்துடன் சேர்ந்து உப-பாஸ்வரசஜ உப்புக்களைத் (Hypophosphites) தரும்.



$$NaOH + H_3PO_2 \rightarrow NaH_2PO_2 + H_2O$$

உப-பாஸ்வரசஜங்கள் யாவும் தண்ணீரிற் கரையக்கூடியவை. அவ்வுப்புக்களும், அமிலத்தைப்போலவே, சூடு செய்யப்பட, பாஸ்வீனாகவும் பூர்வ-பாஸ்வரிகஜங்களாகவும் மாறும். அவைகளும் நல்ல க்ஷயகாரிகள். உப-பாஸ்வரசாமிலத்தையும் அதன் அமிலஜங்களையுங்காண, ஒரு நல்ல சோதனையுண்டு. அதாவது தாம்ரிக-கந்தகிகஜ விலயனத்துடன் உப-பாஸ்வரசஜ விலயனத்தைச் சேர்த்து இளஞ் சூடு காட்ட, சிவந்த தாம்ரச-அப்ஜனதை (Cuprous hydride) அவபதிக்கும்.



$$3NaH_2PO_2 + 2CuSO_4 + 3H_2O \rightarrow 6H_3PO_3 + NaHSO_4 + Na_2SO_4 + Cu_2H_2$$

அநேக உப-பாஸ்வரசஜங்கள் ஔஷதங்களாக உபயோகப்படுகின்றன. ‘பாரிஷ்-ரஸாயன ஆகாரம்’ (Parrish's Chemical food) என்னும் மருந்தில் ஸோடிய, பொட்டாஸிய, கால்ஸிய உப-பாஸ்வரசஜங்கள் இருக்கின்றன.

உப-பாஸ்வரிகாமிலத்தை (Hypo-phosphoric acid) க்ஷார விலயனத்திற் கரைந்த பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜங் கொண்டு, சிவப்பு பாஸ்வரத்தைப் பிராணீகரித்து, அடையலாம். அவ்வமிலத்திலிருந்துண்டாகும் ஸோடிய அமிலஜம் குறைந்த கரைமானமுடையதாதலால் அதைத் தயாரித்துப் பின்பு, அதிலிருந்து ஸீஸ அமிலஜத்தைத் தயாரித்து, அதைத் தண்ணீரில் தொங்கவிட்டு, அப்ஜனக-கந்தகையைச் செலுத்தி, அவபதிக்கும் ஸீஸ-கந்தகையை வடிகட்டி எடுத்து, வடிதிரவத்தைக் குறைந்த அமுக்கநிலையிற் சூடு செய்து வற்றவைத்து உப-பாஸ்வரிகாமிலத்தை அடையலாம். அதன் சங்கேதம் $H_4P_2O_6$. அதன் உருகுநிலை 53°ச. அது நல்ல க்ஷயகாரியல்ல. அது சதுர் க்ஷாரத்வமுள்ள அமிலம். P_2O_4ஐ அதன் நிர்ஜலாமிலமாகக் கருத இடமில்லை; ஏனென்றால் ஒன்றிலிருந்து மன்றொன்றைத் தயாரிக்க முடியாது.

பாஸ்வரசாமிலம் H_3PO_3 (Phosphorous Acid)

மூன்று பாஸ்வரசாமிலங்களுள. அவை பூர்வ, உஷ்ண, மித பாஸ்வரசாமிலங்கள் என்பன.

தயாரித்தல் :—(1) பாஸ்வர-த்ரி-பிராணேயைத் தண்ணீரிற் கரைக்கப், பூர்வ-பாஸ்வரசாமிலமுண்டாகும். இது தாமதமாகவே நடக்கும்.

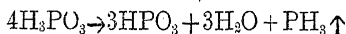
(2) **சோதனைச்சாலையில் தயாரிக்கும் முறை :—** பாஸ்வர-த்ரி-ஹரிதகையை நன்முய்க் குளிரவைத்து, அதனுடன் தண்ணீரைக் கொஞ்சங்கொஞ்சமாய்ச் சேர்க்க, நீர் வியோகமேற்படும்; பாஸ்வரசாமிலமும் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலமும் உண்டாகும்.



$$PCl_3 + 3H{\cdot}OH \rightarrow H_3PO_3 + 3HCl$$

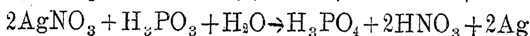
விலயனத்தை 180° வரை சூடு செய்ய அப்ஜனக-ஹரிதகை விலகும். பின்பு விலயனத்தைக் குளிரச்செய்ய, அமிலம் நிறமற்ற ஸ்படிகக்கட்டியாக உண்டாகும். அல்லது 60°க்கு பாஸ்வர-த்ரி-ஹரிதகையைச் சூடு செய்து அதன் வழியாகக் காற்றைச் செலுத்தி வெளியேறும் ஆவியை 0° ஙுள்ள தண்ணீருக்குள் செலுத்த, சிறிதுநேரத்திற்கெல்லாம் பாஸ்வரசாமிலம் ஸ்படிகக்கட்டிகளாகத் தோன்றும். அமிலத்தைக் குறைந்த அழுக்க நிலையிற் சூடு செய்து ஈரமறச் செய்யலாம்.

குணங்கள் :—பூர்வ-பாஸ்வரசாமிலம் (Orthophosphorous acid) வெள்ளைப்பூண்டுபோல் சுவையுள்ள, நிறமற்ற ஸ்படிக வடிவமுள்ள திடப்பொருள். அதன் உருகு நிலை 72°ச. அந்த ஸ்படிகம் கசியுந்தன்மையுடையது. தண்ணீரில் அது எளிதிற் கரையும். காற்றுப்படவைக்க அது மெதுவாகப் பாஸ்வரிகாமிலமாகப் பிராணீகரிக்கப் படும். அதைச் சூடு செய்ய, பாஸ்வீனுகவும் மித-பாஸ்வரிகாமிலமாகவும் தண்ணீராகவும் அது விபாகிக்கும்.



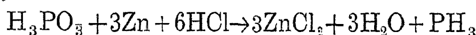
$$4H_3PO_3 \rightarrow 3HPO_3 + 3H_2O + PH_3 \uparrow$$

அது ஒரு வீரிய க்ஷயகாரி. அது இரஜதத்தையும், ஸ்வர்ணத்தையும், தாமிரத்தையும் அவ்வவற்றின் விலயனங்களிலிருந்து வெளியேற்றி அவபதிக்கச் செய்யும்.



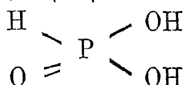
$$2AgNO_3 + H_3PO_3 + H_2O \rightarrow H_3PO_4 + 2HNO_3 + 2Ag$$

அவ்வமிலத்தை ஜனித-அப்ஜனகம் பாஸ்வீனாக மாற்றும்.



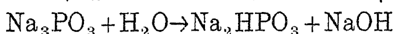
$$H_3PO_3 + 3Zn + 6HCl \rightarrow 3ZnCl_2 + 3H_2O + PH_3$$

அவ்வமில-அணுவில் மூன்று அப்ஜனக பரமாணுக்களிலிருந்தும், துவி-க்ஷாரத்வ அமிலம்போல அது நடிக்கிறது. ஆகையால் அமிலத்தை



$$\begin{matrix} H & & & & OH \\ & \diagdown & P & \diagup & \\ O & = & & \diagdown & OH \end{matrix}$$

என்ற சங்கேத-அமைப்பால் குறிப்பிடுவது வழக்கம். ஆனால் Na_3PO_3 என்ற சங்கேதத்தையுடைய உப்பு தயாரிக்கப்பட்டிருக்கிறதாகவும் சொல்லுகிறார்கள். ஆனால் அப்பொருள் நிலையுள்ளதல்ல. தண்ணீரிற் கரைய, துவி-ஸோடிய-ஏக-அப்ஜனக-பாஸ்வரசஜமாக மாறுகிறது.



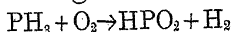
$$Na_3PO_3 + H_2O \rightarrow Na_2HPO_3 + NaOH$$

அவ்வமிலத்திலிருந்துண்டாகும் அமிலஜங்களுக்கு பாஸ்வரசஜங்கள் (Phosphites) என்று பெயர். அநேகமாய் அவை தண்ணீரிற் கரையக்கூடியவை. பேரிய, கால்ஸிய அமிலஜங்கள் தண்ணீரிற் கரையாதவை. அமிலத்தைப்போல் அவ்வுப்புக்களும் வீரியக்ஷயகாரிகள். சூடுசெய்யப்பட, அவைகள் பாஸ்வரிகஜங்களாகவும் பாஸ்வீனாகவும் மாறும். சில சமயங்களில் அப்ஜனகமும் வெளிவரும்.

பேரிய-உப-பாஸ்வரசஜம் கரையுந்தன்மையுடையது. பேரிய-பாஸ்வரசஜம் கரையாதது. தாமிர கந்தகிகஜ விலயனத்திலிருந்து உப-பாஸ்வரசஜம் தாம்ரச-அப்ஜனகை யையும், பாஸ்வரசஜம் தாமிரத்தையுங் கொடுக்கும்.

மித-பாஸ்வரசாமிலம் (Metaphosphorous Acid)

நீரற்ற பிராணவாயுவும் பாஸ்வீனும் குறைந்த அமுக்க நிலையில் (25 ஸ.மீ) விகாரித்து மித-பாஸ்வரசாமிலத்தையும் அப்ஜனகத்தையுங் கொடுக்கும்.



$$PH_3 + O_2 \rightarrow HPO_2 + H_2$$

அவ்வமிலம் நிறமற்ற ஸ்படிகவடிவுள்ள திடப்பொருள். அது தண்ணீரிற் கரைந்து பூர்வ-பாஸ்வரசாமிலத்தைக் கொடுக்கும்.



$$HPO_2+H_2O \rightarrow H_3PO_3$$

மித-பாஸ்வரசஜங்கள் இதுவரையில் தயாரிக்கப்படவில்லை.

உஷ்ண-பாஸ்வரசாமிலம் (Pyrophosphorous Acid) $H_4P_2O_5$

உஷ்ணநிலை 30°-40° ஆக இருக்குங்கால் பூர்வ பாஸ்வரசாமிலத்தைப் பாஸ்வர-த்ரி-ஹரிதகையுடன் ஐந்துமணி நேரம் குலுக்கி, மிச்ரத்தைப் பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணையும் பாஸ்வர-த்ரி-பிராணையுமிருக்கும் ஈரம்வாங்கியில் தங்கிநிற்கச்செய்து உஷ்ண-பாஸ்வரசாமில ஸ்படிகங்களை அடையலாம். அதன் உருகுநிலை 38°ச.

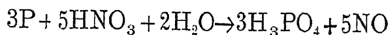
பாஸ்வரிகாமிலங்கள் (Phosphoric Acids)

பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணையைத் தண்ணீரிற் பல நிலைகளிற் கரைக்க, மூன்று அமிலங்கள் உண்டாகும். அவையாவன :—(1) பூர்வ-பாஸ்வரிகாமிலம். (2) உஷ்ண-பாஸ்வரிகாமிலம். (3) மித-பாஸ்வரிகாமிலம்.

பூர்வ-பாஸ்வரிகாமிலம் (அல்லது முது-பாஸ்வரிகாமிலம்) H_3PO_4 (Orthophosphoric Acid)

தயாரித்தல் :—(1) பாஸ்வர - பஞ்ச - பிராணையைத் தண்ணீரிற் கரைத்துக் கொதிக்கவிட, பூர்வ-பாஸ்வரிகாமிலமுண்டாகி விலயனத்திற் கரைந்துநிற்கும். விலயனத்தை வற்றவைத்து அமிலத்தை அடையலாம்.

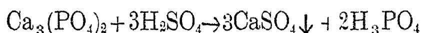
(2) சிவப்பு-பாஸ்வரத்தை 1·2 திண்மானமுள்ள பாக்கியகாமிலத்துடன் கொதிக்கவிட்டு, அவ்விலயனத்தை வற்றவைத்து அவ்வமிலத்தை அடையலாம்.



$$3P+5HNO_3+2H_2O \rightarrow 3H_3PO_4+5NO$$

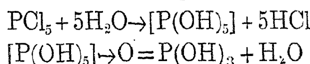
சிறிதளவு பாடலகத்தைச் சேர்த்துச் சூடு செய்தால் விகாரம் சீக்கிரமாகவும் எளிதாகவும் நடக்கும்.

(3) எலும்புச் சாம்பலுடன் கந்தகிகாமிலத்தைச் சேர்த்து, கால்ஸிய-கந்தகிகஜத்தை வடிகட்டி, வடிதிரவத்தை வற்றவைத்து அவ்வமிலத்தை வியாபார முறையில் தயாரிக்கிறார்கள்.



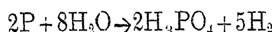
$$Ca_3(PO_4)_2 + 3H_2SO_4 \rightarrow 3CaSO_4 \downarrow + 2H_3PO_4$$

(4) பாஸ்வர-பஞ்ச-ஹரிதகை நீர்வியோகமடையும்பொழுது அவ்வமிலம் உண்டாகும்.



$$PCl_5 + 5H_2O \rightarrow [P(OH)_5] + 5HCl$$
$$[P(OH)_5] \rightarrow O{=}P(OH)_3 + H_2O$$

(5) இந்நாளில் ஒரு ஸ்பர்சகர்த்தாவை உபயோகித்துப் பாஸ்வரத்தை நீராவியால் தாக்கி "லில்ஜன்ராத் முறை"யால் (Lilgenroth process) பாஸ்வரிகாமிலத்தைத் தயாரிக்கிறார்கள். இங்கு அப்ஜனகமும் உண்டாகும்.



$$2P + 8H_2O \rightarrow 2H_3PO_4 + 5H_2$$

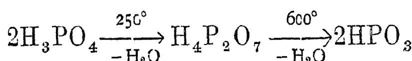
அமில விலயனத்தைக் குறைந்த அமுக்க நிலையில் வற்றவைத்துக் குளிரச்செய்தாவது, அல்லது 150°-க்குச் சூடு செய்து குளிரச்செய்தாவது பூர்வ-பாஸ்வரிகாமிலத்தைப் பட்டை-ஆகார-ஸ்படிகங்களாக அடையலாம். சூடான சுண்டின பாஸ்வரிகாமிலம், கண்ணாடியையும், பீங்கானையும், சிலகத்தையும் கரைத்துவிடுமாகையால், சுண்டவைக்கும்பொழுது பிளாடினக் கிண்ணங்களை உபயோகிக்கிறார்கள்.

குணங்கள் :—சுத்தமான பூர்வ-பாஸ்வரிகாமிலம் நிறமற்ற ஸ்படிக வடிவமுள்ள திடப்பொருள். இளஞ்சூடு காட்ட, அது 42°ச-ல் உருகிப் பாகுபோன்ற திரவமாக மாறும். அதை 250°ச உஷ்ணநிலையிற் சூடு செய்ய இரண்டு அணு அமிலங்களிலிருந்து ஓரணு தண்ணீர் வெளியேற, உஷ்ண-பாஸ்வரிகாமிலம் $H_4P_2O_7$ உண்டாகும்.



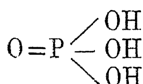
$$2H_3PO_4 \xrightarrow{250^\circ} H_4P_2O_7 + H_2O$$

இன்னும் அதிகமாகச் சூடு செய்தால் (600°) ஓரணு உஷ்ண பாஸ்வரிகாமிலத்திலிருந்து ஓரணு தண்ணீர் நீங்க மித-பாஸ்வரிகாமிலமுண்டாகும்.



$$2H_3PO_4 \xrightarrow[-H_2O]{250^\circ} H_4P_2O_7 \xrightarrow[-H_2O]{600^\circ} 2HPO_3$$

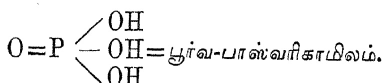
பூர்வ-பாஸ்வரிகாமிலம் த்ரி-க்ஷாரத்வ அமிலம். அதாவது ஓர் அணு அமிலத்தில் விலக்கக்கூடிய மூன்று அப்ஜனக பரமாணுக்களிருக்கின்றன. பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணையிலிருந்து அவ்வமிலம் உண்டாவதால் அதிலும் பாஸ்வரம் பஞ்ச-ஸம்யோக சக்திவாய்ந்தது. அவ்வமிலத்தின் அமைப்பு.



அவ்வமிலத்திலிருந்து மூன்றுவித உப்புக்களை, அப்ஜனகத்தைப் படிப்படியாய் முறையே விலக்கித் தயாரிக்கலாம். அவையாவன:—(1) மூன்றாம் பாஸ்வரிகஜம் அல்லது நடுநிலை பாஸ்வரிகஜம். (Tertiary or normal phosphate). அதில் விலக்கத்தக்க அப்ஜனகமிருக்காது. (உ-ம்.) Na_3PO_4

(2) இரண்டாம் பாஸ்வரிகஜம் (Secondary phosphate):—அதில் ஒரு பரமாணு அப்ஜனகம் விலக்கக்கூடியதாயிருக்கும் (உ-ம்.) Na_2HPO_4.

(3) முதல்-பாஸ்வரிகஜம் (Primary phosphate) அதில் இரண்டுபரமாணு அப்ஜனகம் விலக்கக்கூடியவையாயிருக்கும். (உ-ம்.) NaH_2PO_4



1. $O=P \begin{cases} ONa \\ OH \\ OH \end{cases}$ முதல் ஸோடிய-பூர்வ-பாஸ்வரிகஜம் அல்லது ஏக-ஸோடிய-துவி-அப்ஜனக-பாஸ்வரிகஜம். (Primary ortho-sodium phosphate or mono-sodium dihydrogen phosphate)

2. $O=P \begin{cases} ONa \\ ONa \\ OH \end{cases}$ இரண்டாம்-ஸோடிய-பூர்வ-பாஸ்வரிகஜம் அல்லது துவி-ஸோடிய-ஏக-அப்ஜனக-பாஸ்வரிகஜம். (Secondary ortho-sodium phosphate or Disodium monohydrogen phosphate)

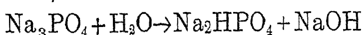
3. $O=P \begin{cases} ONa \\ ONa \\ ONa \end{cases}$ மூன்றும் ஸோடிய-பூர்வ-பாஸ்வரிகஜம் (Teriary or normal sodium orthophosphate)

$O=P \begin{cases} ONa \\ ONH_4 \\ OH \end{cases}$ இரண்டாம் ஸோடிய-அமோனிய பூர்வ-பாஸ்வரிகஜம் [Secondary sodium ammonium (ortho) phosphate] இதற்கு "மைக்ரோகாஸ்மிக் உப்பு" (microcosmic salt) என்று பெயர்.

மேற்கண்ட மூன்று உப்புக்களில் நியாயப்படி முதல் இரண்டு உப்புக்களும் அமிலாமிலஜங்கள் (acid salts). மற்றது நடுநிலை அமிலஜம். அவைகளின் விலயனங்களை ஸூசிகளால் சோதித்தால் எதிர்பார்ப்பதற்கு விரோதமான நிற மாறுபாடுகளைக் காண்போம்.

	மிதில-பிங்கலம்	பீனல்ப்தாலீன்	லிட்மஸ்
Na_3PO_4	மஞ்சள்	சிவப்பு	நீலம்.
Na_2HPO_4	மஞ்சள்	நிறமாறுபாடில்லை நடுநிலை போல்	நீலம்.
NaH_2PO_4	நிறமாறுபாடில்லை	நிறமாறுபாடில்லை அமில குணம்	சிவப்பு.

ஓர் அமில அணுவிலுள்ள அப்ஜனக பரமாணுக்களை வித்தியாசமான உலோகமூலங்கள்கொண்டு விலக்கலாம். உதாரணம்: மைக்ரோகாஸ்மிக் உப்பு. முதல் பாஸ்வரிகஜமும் இரண்டாம் பாஸ்வரிகஜமும் திடஸ்திதியிலும் விலயனத்திலும் நிலையுள்ளவை. மூன்றும் பாஸ்வரிகஜம் திடஸ்திதியிலேயே நிலையுள்ளது; விலயனத்தில் நீர் வியோகமடையும்.



$$Na_3PO_4 + H_2O \rightarrow Na_2HPO_4 + NaOH$$

இரண்டாம் பாஸ்வரிகஜங்கூட லிட்மஸ்தாளைச் சிறிதளவு நீலமாக்குமென்று கூறினோமல்லவா? அதுவும் நீர் வியோகம் சிறிதளவு ஏற்படுவதனாலேயேதான்.



$$Na_2HPO_4 + H_2O \rightleftarrows NaH_2PO_4 + NaOH$$

பீனால்ப்தாலீனை ஸூசகியாகக்கொண்டு, ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்துடன் பாஸ்வரிகாமில விலயனத்தைச் சேர்க்கும்பொழுது இரண்டாம் ஸோடிய-பாஸ்வரிகஜமுண்டாகியவுடனேயே ஸூசகி நடுநிலையைக் காட்டிவிடும்.

'க' க.ச.மீ. அமிலம் 'ச' க.ச.மீ. க்ஷாரவிலயனத்துடன் சேர்ந்தவுடன் ஸூசகி நடுநிலையைக் காட்டுவதாக வைத்துக்கொள்ளுவோம். அப்பொழுது இரண்டாவது அமிலஜமே உண்டாகும்.

'க' க.ச.மீ. அமிலம் $+ \frac{ச}{2}$ க.ச.மீ. க்ஷாரம் $=$ முதல் அமிலஜம். 'க' க.ச.மீ. அமிலம் $+ \frac{3ச}{2}$ க. ச. மீ. க்ஷாரம் $=$ மூன்றும் அமிலஜம்.

ஸோடிய-பாஸ்வரிகஜங்கள் (Sodium Phosphates)

சாதாரணமாய் நாம் ஸோடிய-பாஸ்வரிகஜமென்று சொல்லுவது இரண்டாம் அமிலஜத்தையே குறிக்கிறது. பாஸ்வரிகாமில விலயனத்துடன் ஸோடா-உப்பு விலயனத்தை, விலயன மிச்ரம் சிறிதளவு க்ஷார குணங் காட்டும்

வரையிற் சேர்த்த பின்பு விலயனத்தை வற்றவைக்க, அல்வமிலஜமாகிய துவி-ஸோடிய-பாஸ்வரிகஜ நீர்ப்பொருள் $Na_2HPO_4 12H_2O$, ஸ்படிகங்களாக வெளிவரும். அது 35°ச-ல் உருகும். காற்றுப்படவைக்க அது பூத்துப்போகும் (நீர் வெளியேறும்). அதைச் சூடு செய்ய ஸ்படிக நீர் பிரியும். அவ்வுப்பு தண்ணீரில் எளிதிற் கரையும். அதன் கரைமானம் 0°ச-ல் 2·5 கி., 50°ச-ல் 82 கி., 100°ச-ல் 99 கி. அல்வமிலஜத்தையும் ஸோடிய-அப்ஜபிராணையையும் அவ்வவற்றின் அணுபாரங்களுக்கேற்றவாறு விலயன ரூபங்களிற் கலந்து விலயனத்தை வற்றவைக்க, $Na_3PO_4 12H_2O$ ஸ்படிகங்களுண்டாகும். அவை தண்ணீரிற்கரைய, விலயனம் க்ஷாரகுணமுடையதாயிருக்குமென்று முன்பே கூறியிருக்கிறோம். துவி-ஸோடிய-பாஸ்வரிகஜ விலயனத்துடன் பாஸ்வரிகாமில விலயனத்தை விகார-மிச்ரம் பேரிய-ஹரிதகை விலயனத்துடன் அவபதிதத்தைக் கொடுக்காத நிலைவரையிற் சேர்த்துப் பின்பு விலயன மிச்ரத்தை வற்றவைக்க, முதல் பாஸ்வரிகஜம் $NaH_2PO_4H_2O$ ஸ்படிகங்களாகப் பிரியும். அதைத் தண்ணீரிற் கரைத்து லிட்மஸால் சோதிக்க, லிட்மஸ் சிவப்பாய் மாறும்.

மைக்ரோகாஸ்மிக்-உப்பு (Microcosmic salt)

அமோனிய-ஹரிதகையையும் (6 கி.) துவி-ஸோடிய-பாஸ்வரிகஜத்தையும் (36 கி.) கூடியமட்டில் குறைந்த அளவுள்ள சுடு தண்ணீரிற் கரைத்து, இரண்டு விலயனங்களையுங் கலந்து குளிரவிட, மைக்ரோகாஸ்மிக் உப்பு $Na(NH_4)HPO_4$ ஸ்படிகவடிவில் வெளிப்படும்.

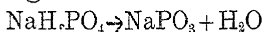
க்ஷார உலோக-மூன்றும் பாஸ்வரிகஜங்கள், சூடு செய்யப்பட்டாலும், நிலையிலுள்ளவைகளாயிருக்கும். அவைகள் தண்ணீரிற் கரையும். மற்ற உலோக பாஸ்வரிகஜங்கள் தண்ணீரிற் கரையமாட்டா. ஆனால் நீரிட்ட அமிலங்களிற் கரையும். க்ஷார-மூன்றும் பாஸ்வரிகஜங்களின் விலயனங்கள் க்ஷாரகுணம் பொருந்தியவை.

இரண்டாம் பாஸ்வரிகஜங்கள், லிட்மஸ் சோதனையில் அநேகமாய் நடுநிலையுப்புக்களாக நடிக்கின்றன என்று சொல்லலாம். துவி ஸோடிய-பாஸ்வரிகஜத்தைச் சூடு செய்யத் தண்ணீர் பிரியும்; உஷ்ண பாஸ்வரிகஜம் உண்டாகும்.



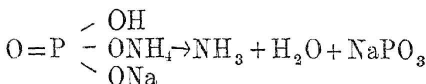
$$2Na_2HPO_4 \rightarrow H_2O + Na_4P_2O_7$$

முதல் பாஸ்வரிகஜம் அமிலகுணம் பொருந்தியது. அதைச் சூடு செய்யத் தண்ணீர் பிரியும்; மித-பாஸ்வரிகஜம் உண்டாகும்.



$$NaH_2PO_4 \rightarrow NaPO_3 + H_2O$$

மைக்ரோகாஸ்மிக்-உப்பைச் சூடு செய்யத் தண்ணீரும் அமோனியாவும் வெளியேறும்; ஸோடிய-மித-பாஸ்வரிகஜம் தங்கிநிற்கும்.



$$O=P \begin{cases} OH \\ ONH_4 \\ ONa \end{cases} \rightarrow NH_3 + H_2O + NaPO_3$$

பூர்வ-பாஸ்வரிகஜங்களைக் காட்டிக்கொடுக்குஞ் சோதனைகள்

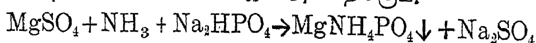
(1) அமிலமும் அமிலஜங்களும் இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்துடன் விகாரிக்க, மஞ்சள் நிறமுள்ள இரஜத-பாஸ்வரிகஜம் Ag_3PO_4 அவபதிக்கும்.



$$NaH_2PO_4 + 3AgNO_3 \rightarrow Ag_3PO_4 + NaNO_2 + 2HNO_3$$

விகாரத்தில் பாக்கியகாமிலமுண்டாவதால் அவபதிதம் முற்றிலும் ஏற்படாது. விகாரவிலயனத்தில் அமோனியா விலயனத்தை ஜாக்கிரதையாகச் சொட்டவிட அவபதிதம் அதிகமாகும்.

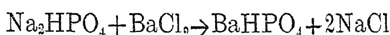
(2) அமிலமும் அமிலஜங்களும் மாக்னீஸியாக்கலவையுடன்—$MgSO_4 + NH_4Cl + NH_4OH$ (Magnesia mixture)—விகாரிக்க, வெளுத்த ரவைபோன்ற மாக்னீஸிய-அமோனிய-பாஸ்வரிகஜம் அவபதிக்கும்.



$$MgSO_4 + NH_3 + Na_2HPO_4 \rightarrow MgNH_4PO_4\downarrow + Na_2SO_4$$

(3) அமிலமும் அமிலஜங்களும் சுண்டின பாக்கியகாமிலத்திற் கரைந்த அமோனிய-மாலிப்டிகஜத்துடன் (Ammonium molybdate) விகாரிக்க, மஞ்சள் நிறமுள்ள அமோனிய-பாஸ்வோ-மாலிப்டீனிகஜம் $(NH_4)_3PO_4 12MoO_3$ அவபதிக்கும். விலயன மிச்ரத்தை இளஞ்சூடு காட்ட அவபதிதம் சீக்கிரந் தோன்றும்.

(4) அமிலஜங்கள் பேரிய-ஹரிதகை விலயனத்துடன் விகாரிக்க, வெளுத்த அஸ்படிக பேரிய-பாஸ்வரிகஜம் அவபதிக்கும். அவ்வவபதிதம் சாராயிகாமிலத்தில் கரையும்.

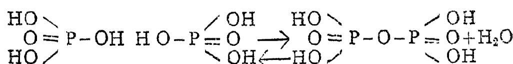


$$Na_2HPO_4 + BaCl_2 \rightarrow BaHPO_4 + 2NaCl$$

உஷ்ண-பாஸ்வரிகாமிலம் (Pyrophosphoric Acid)

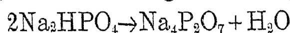
இவ்வமிலத்தை நடு பாஸ்வரிகாமிலமென்று சொல்லுவதுமுண்டு.

தயாரித்தல் :—(1) பூர்வ-பாஸ்வரிகாமிலத்தை 250°ச வரை சூடுசெய்ய, உஷ்ண-பாஸ்வரிகாமிலமுண்டாகும்.



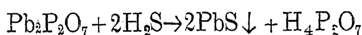
உஷ்ண-பாஸ்வரிகாமிலத்தைத் தண்ணீரிற் கரைத்துக் கொதிக்கவிடப் பூர்வ-பாஸ்வரிகாமிலமுண்டாகும்.

(2) துவி-ஸோடிய-பாஸ்வரிகஜத்தைச் சூடு செய்ய, ஸோடிய-உஷ்ண-பாஸ்வரிகஜமும் தண்ணீரும் உண்டாகும்.



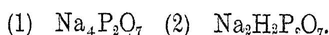
$$2Na_2HPO_4 \rightarrow Na_4P_2O_7 + H_2O$$

ஸீஸ-சாராயிகஜ விலயனத்தையும் ஸோடிய-உஷ்ண-பாஸ்வரிகஜ விலயனத்தையுஞ் சேர்க்க, ஸீஸ-உஷ்ண-பாஸ்வரிகஜம் அவபதிக்கும். அதைத் தண்ணீரில் தொங்கவிட்டு அப்ஜனக-கந்தகையைச் செலுத்த, ஸீஸ-கந்தகை அவபதிக்கும், உஷ்ண-பாஸ்வரிகாமிலம் விலயனத்திற் கரைந்து நிற்கும்.



$$Pb_2P_2O_7 + 2H_2S \rightarrow 2PbS\downarrow + H_4P_2O_7$$

குணங்கள் :—சுத்தமான உஷ்ண-பாஸ்வரிகாமிலம் நுண்ணிய ஊசிபோன்ற ஸ்படிகங்களாகக் காணப்படும். அதன் உருகுநிலை 61°ச. அது தண்ணீரிற் கரையும். விலயனம் நிலையுள்ளதே. ஆனால் அது சூடு செய்யப்பட்டாலும், வேறு அமிலத்துடன் சம்பந்தப்பட்டாலும், பூர்வ-பாஸ்வரிகாமிலமாக மாறிவிடும். உஷ்ண-பாஸ்வரிகாமிலம் சதுர்-க்ஷாரத்வமுள்ளதாயிருந்தும், இரண்டு வகை உப்புக்களை நன்கு தெரிந்தவை. உதாரணம் :—



$$(1)\ Na_4P_2O_7 \quad (2)\ Na_2H_2P_2O_7.$$

உஷ்ண-பாஸ்வரிகஜங்கள் (Phyrophosphates)

இரண்டாம்-பாஸ்வரிகஜங்களைச் சூடு செய்ய, உஷ்ண-பாஸ்வரிகஜங்கள் உண்டாகும். ஸோடிய-பாஸ்வரிகஜமுண்டாகும் விதத்தை முன்பே குறித்திருக்கிறோம். மாக்னீஸிய-அமோனிய-பாஸ்வரிகஜத்தைச் சூடு செய்வதால், அமோனியாவும் தண்ணீரும் விலக, மாக்னீஸிய-உஷ்ண-பாஸ்வரிகஜமுண்டாகும்.



$$2MgNH_4PO_4 \rightarrow Mg_2P_2O_7 + 2NH_3 + H_2O.$$

மாக்னீஸிய-உஷ்ண-பாஸ்வரிகஜத்தைத் தயாரித்தே, எடை விச்லேஷண முறையால் மாக்னீஸியத்தையும், பாஸ்வரிகாமிலத்தையும் அளவிடுகிறோம். மாக்னீஸியத்தை அளவிட, அதனுப்பின் விலயனத்துடன் அமோனிய-ஹரிதகையையும், அமோனியாவையுஞ்சேர்த்துப் பின்பு, ஸோடிய-பாஸ்வரிகஜ விலயனத்தை வேண்டிய அளவிற்குச் சிறிது மேற்படச் சேர்க்க, மாக்னீஸிய-அமோனிய-பாஸ்வரிகஜம் அவபதிக்கும்; அதை வடிகட்டிக்கழுவி நன்றாய்ச் சூடு செய்ய, அது மாக்னீஸிய-உஷ்ண-பாஸ்வரிகஜமாக மாறும். அதை நிறுத்து, அதன் எடையிலிருந்து மாக்னீஸியத்தைக் கணக்கிடலாம். பாஸ்வரிகாமிலத்தையோ,

பாஸ்வரிகஜத்தையோ அளவிட அதனதன் விலயனத்துடன் மாக்னீஸியா-மிச்ரத்தைச் சேர்த்து, அவபதிக்கும் மாக்னீஸிய-அமோனிய-பாஸ்வரிகஜத்தை முன்போற் சூடு செய்து உஷ்ண பாஸ்வரிகஜமாக மாற்றி நிறுத்துக் கணக்கிடலாம்.

$Na_4P_2O_7$ கரைந்த விலயனம் க்ஷாரகுணமுடையதாயும், $Na_2H_2P_2O_7$ கரைந்த விலயனம் அமில குணமுடையதாயுமிருக்கும். ஒன்று அல்லது மூன்று அப்ஜனக பரமாணுக்கள் உள்ள அமில-உஷ்ண-பாஸ்வரிகஜங்கள் இதுவரையில் தயாரிக்கப்படவில்லை.

உஷ்ண-பாஸ்வரிகஜங்களைக் காட்டிக்கொடுக்குஞ் சோதனைகள்

(1) இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்துடன் அவைகள் விகாரிக்க, வெளுத்த இரஜத-உஷ்ண-பாஸ்வரிகஜம் $Ag_4P_2O_7$ அவபதிக்கும். விகாரமிச்ரத்தில் அமிலம் இருக்குமேயாகில், அவபாதனம் முற்றிலும் ஏற்படாது. ஏனென்றால் பாக்கியகாமிலத்தில் இரஜத-உஷ்ண-பாஸ்வரிகஜம் கரையும்.

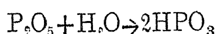
(2) நடு நிலையிலுள்ள அல்லது அமில குணமுள்ள விலயனங்களுடன் மாக்னீஸிய-கந்தகிகஜஞ் சேர்ந்தால் அவபதிதம் ஏற்படாது. ஆனால், க்ஷார விலயனங்களில் அவபதிதம் ஏற்படும்.

(3) க்ஷார விலயனங்களிலுள்ள உஷ்ண-பாஸ்வரிகஜ விலயனத்துடன் பேரிய-ஹரிதகை விலயனஞ் சேர்ந்தால் வெளுத்த அவபதிதம் ஏற்படும். அவ்வவபதிதம் சாராயிகாமிலத்திற் கரையாது.

(4) அமோனிய-மாலிப்டிகஜத்துடன் அது சேர, மஞ்சள் அவபதிதம் உண்டாகும்.

மித-பாஸ்வரிகாமிலம் HPO_3 (Metaphosphoric Acid)

தயாரித்தல் :—(1) பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணையைக் காற்றுப்படவைக்க, அது நீராவியுடன் சேர்ந்து இளகிய திடப்பொருளாக மாறும். அதுதான் மித-பாஸ்வரிகாமிலம்.



$$P_2O_5+H_2O \rightarrow 2HPO_3$$

(2) பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணையைச் சிறிதளவு குளிர்ந்த தண்ணீரிற் கரைக்க, மித-பாஸ்வரிகாமிலமுண்டாகும்.

(3) பூர்வ அல்லது உஷ்ண பாஸ்வரிகாமிலத்தை 400°ச-ல் தங்கமூசை அல்லது பிளாடினமூசையிற் சூடு செய்து, மித-பாஸ்வரிகாமிலத்தைத் தயாரிக்கலாம்.



$$H_3PO_4 \rightarrow HPO_3+H_2O$$



$$H_4P_2O_7 \rightarrow 2HPO_3+H_2O$$

(4) அமோனிய-பூர்வ-பாஸ்வரிகஜத்தைச் சூடு செய்வதால் அமோனியாவும் தண்ணீரும் வெளியேறும்; மித-பாஸ்வரிகாமிலம் தங்கிநிற்கும்.



$$(NH_4)_2HPO_4 \rightarrow 2NH_3+H_2O+HPO_3$$

குணங்கள் :—மித-பாஸ்வரிகாமிலம் கண்ணாடி போன்ற திடப்பொருள். அதற்குப் "பனிங்கி பாஸ்வரிகாமிலம்" (Glacial phosphoric acid) என்று மற்றொரு பெயரும் உண்டு. அது தண்ணீரில் எளிதிற் கரையும். விலயனம் வெகுநாள் வைத்திருக்கப்பட, மெதுவாக பூர்வ-பாஸ்வரிகாமிலம் உண்டாகும். அவ்விலயனத்தைக் கொதிக்கவிட்டாலும் பூர்வ-பாஸ்வரிகாமிலம் உண்டாகும்.



$$HPO_3+H_2O \rightarrow H_3PO_4$$

மித-பாஸ்வரிகாமிலம் பூர்வ-பாஸ்வரிகாமிலமாக மாறியதென்று வெகு எளிதில் காணலாம். மித-பாஸ்வரிகாமி

லம் வெண்கரு கரைந்த விலயனத்துடன் சேர, விலயனந் தோய்ந்துவிடும். பூர்வ-பாஸ்வரிகாமிலத்துடன் அந் நிகழ்ச்சி ஏற்படாது.

மித-பாஸ்வரிகாமிலம் ஒரு பலமுள்ள ஏக க்ஷாரத்வ-அமிலம். அதிலிருந்துண்டாகும் உப்புக்களுக்கு மித-பாஸ் வரிகஜங்கள் (Metaphosphates) என்று பெயர். அமிலத் துடன் க்ஷாரங்களை விகாரிக்கச் செய்து அவைகளைத் தயா ரிக்கலாம். அல்லது முதல் பாஸ்வரிகஜங்களைச் சூடுசெய்ய அவைகளுண்டாகும்.



$$HPO_3+KOH \rightarrow KPO_3+H_2O$$



$$NaH_2PO_4 \rightarrow NaPO_3+H_2O$$



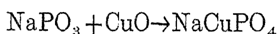
$$NaNH_4HPO_4 \rightarrow NaPO_3+NH_3+H_2O$$

அநேக மித-பாஸ்வரிகஜங்களினமைப்பு சிக்கலாகவே யிருக்கின்றன. அமிலத்தின் சங்கேதத்தை $(HPO_3)_x$ என் றும், மித-பாஸ்வரிகஜங்கள் அவ்வமிலச் சேர்க்கைகளி லிருந்துண்டானவையென்றும் வைத்துக்கொள்ளவேண் டும். X என்பது ஒன்று முதல் ஆறு வரையிலிருக்கலாம். $Li_2K_4(PO_3)_6 4H_2O$ என்ற ஒரு உப்பு உண்டு. அது $(HPO_3)_6$ என்ற அமிலத்திலிருந்து உண்டாயிருக்கவேண் டும். உஷ்ணத்தை அதிகப்படுத்தி மித-பாஸ்வரிகாமி லத்தை ஆவியாய்ப் பரிணமிக்கச்செய்யலாம். அந்நிலையில் அதன் அணுசங்கேதம் $(HPO_3)_2$ என்று வெளிப்படு கிறது. சாதாரண உஷ்ணநிலையில் அணுசங்கேதம் இன் னுஞ் சிக்கலாக இருக்கிறதென்பதில் சந்தேகமில்லை.

மித-பாஸ்வரிகஜங்களைக் காட்டிக்கொடுக்குஞ் சோதனைகள்

மித-பாஸ்வரிகாமிலமும் அதன் அமிலஜங்களும் இரா ஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்துடன் விகாரிக்க வெளுத்த

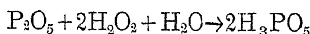
அவபதிதமுண்டாகும். மித-பாஸ்வரிகாமிலம் வெண்கருவுடன் சேர்ந்து அதைத் தோயவைக்கும் என்று முன்பே குறித்தோமல்லவா? இவ்விகாரத்தை அவ்வமிலமேதான் செய்யுமாகையால், மித-பாஸ்வரிகஜத்துடன் சாராயிகாமிலத்தைச் சேர்த்துப் பின்பு வெண்கருவிலயனத்தைச் சேர்க்கவேண்டும். அங்கு தோய்வு உண்டாகும். அமிலஜங்கள் பேரிய-ஹரிதகை விலயனத்துடன் விகாரிக்க வெளுத்த அவபதிதமுண்டாகும். அவ்வவபதிதம் சாராயிகாமிலத்திற் கரையாது. மாக்னீஸியா-மிச்ரத்துடன் அமிலஜங்கள் விகாரிக்க, அவபதிதமுண்டாவதில்லை. அவைகள் அமோனிய-மாலிப்டிகஜத்துடன் விகாரிக்க, மஞ்சள் நிறமுள்ள அவபதிதமுண்டாகும். ஸோடிய-மித-பாஸ்வரிகஜம் சில உலோகப் பிராணையுடன் கலந்து வர்ண-மணிகளைக் கொடுக்கும். மைக்ரோகாஸ்மிக் உப்பைப் பிளாடின வளையத்திற் சூடு செய்ய, அது உருகிக் கண்ணாடிபோன்ற மணியாக மாறும். அம்மணியை வேண்டிய அமிலஜத்தில் தோய்த்து மறுபடியும் சூடு செய்ய, அதில் ஒரு நிறந்தோன்றும். (உ-ம்.) தாமிர-உப்புடன் மேற்கண்ட விகாரத்தை நடத்த, நீல மணியுண்டாகும்.



$$NaPO_3 + CuO \rightarrow NaCuPO_4$$

இரும்பு உப்புடன் சிவந்த-பழுப்பு மணியுண்டாகும். சிலகிகஜங்களுடன் விகாரத்தை நடத்தி, மணியில் சிலக-பிராணைத் துளிகள் மிதப்பதைப் பார்க்கலாம்.

பாஸ்வர-பஞ்ச-பிராணை 0°ச-விலுள்ள அப்ஜனக-பர-பிராணையுடன் விகாரிக்க பர-ஏக-பாஸ்வரிகாமிலமுண்டாகும்.



$$P_2O_5 + 2H_2O_2 + H_2O \rightarrow 2H_3PO_5$$

அவ்வமிலம் வீரிய வர்த்தினி. பர-துவி-பாஸ்வரிகாமிலத்தை ($H_4P_2O_8$) தயாரித்திருப்பதாகச் சொல்லுகிறார்கள்.

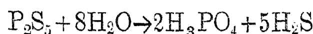
பாஸ்வர-உப்புக்களைப் பகுத்தறியுஞ் சோதனைகள்

பிரதிகாரகங்கள்	பூர்வ-பாஸ்வரிகஜங்கள்	மித-பாஸ்வரிகஜங்கள்	உஷ்ண-பாஸ்வரிகஜங்கள்	பாஸ்வரசஜங்கள்	உப-பாஸ்வரசஜங்கள்
1. $AgNO_3$	மஞ்சள் அவபதிதம் Ag_3PO_4	பசைபோன்ற வெண்மையான அவபதிதம் $AgPO_3$	வெளுத்த ஸ்படிக அவபதிதம் $Ag_4P_2O_7$	கடைசியாய் இரஜதமே அவபதிக்கும்	இரஜதம் அவபதிக்கும்
2. $BaCl_2$	க்ஷாரகுண விலயனத்தில் வெள்ளை அவபதிதம்	வெள்ளை அவபதிதம் சாராயிகாமிலத்தில் கரையாது	க்ஷாரகுண-விலயனத்தில் வெளுத்த அவபதிதம், சாராயிகாமிலத்திற் கரையும்	வெளுத்த அவபதிதம்	——
3. சாராயிகாமிலம் + வெண்கரு விலயனம்	மாறுபாடேற்படாது	தோயும்.	——	——	——
4. கோபத-ஹரிதகை	நீல அவபதிதம் சாராயிகாமிலத்திற் கரையும் அவபதிதம்	சிவப்பு அவபதிதம் சாராயிகாமிலத்திற் கரையாது அவபதிதம்	சிவப்பு அவபதிதம் சாராயிகாமிலத்திற் கரையாது அவபதிதம்	——	——
5. தாமிர-கந்தகிகஜம்				பச்சை அவபதிதம்	கொதிக்கவைக்க சிவப்பு Cu_2H_2 அவபதிக்கும்
6. பாக்கியகாமிலம் + அமோனியமாலிப்டிகஜம்	மஞ்சள் அவபதிதம் உடனே தோன்றும்	இளஞ்சூடு காட்ட மஞ்சள் அவபதிதம் எளிதில் தோன்றும்		பிராணீகரணமாகும். நன்றாய்ச் சூடுசெய்த பின்பே, மஞ்சள்நிற அவபதிதம் தோன்றும்	
7. மாக்னீஸியா-மிச்ரம்	வெளுத்த ரவைபோன்ற அவபதிதம்	——	க்ஷாரகுண விலயனத்தில் அவபதிதம்	——	——

பாஸ்வர கந்தகைகள்

கந்தகமும் பிராணவாயுவும் ஓரினத்தைச் சேர்ந்தவை யென்று நமக்குத் தெரியும். பாஸ்வரத்தையுங் கந்தகத்தையும் வேண்டிய அளவு சேர்த்துச் சூடு செய்ய P_4S_3 P_2S_5(P_2O_5-ஐப்போல்) P_4S_7 என்ற சங்கேதங்களையுடைய பாஸ்வர-கந்தகைகளுண்டாகும். இன்னும் $POCl_3$ ஐப்போல் $PSCl_3$ என்ற பொருளையும் Na_3PO_4-ஐ ஒத்து Na_3PSO_3 என்ற பொருளையும் $Na_2P_4O_7$-ஐப்போல் $Na_4P_2S_7$ என்ற பொருளையுந் தயாரித்திருக்கிறார்கள்.

பாஸ்வர-பஞ்ச-கந்தகையைமட்டும் (P_2S_5) இங்கு கவனிப்போம். கரியமில வாயுவில் இரு தனிப்பொருள்களையும் உரிய அளவில் சேர்த்துச் சூடு செய்யப் பாஸ்வர-பஞ்ச-கந்தகையுண்டாகும். சுத்த கந்தகை வெளுத்த மஞ்சள் நிறமுள்ள ஸ்படிகங்களாக இருக்கும். அதன் உருகுநிலை 274-276°ச- தண்ணீரில் அது கரைய, பாஸ்வரிகாமிலமும் அப்ஜனக-கந்தகையுமுண்டாகும்.



$$P_2S_5 + 8H_2O \rightarrow 2H_3PO_4 + 5H_2S$$

சேதன ரஸாயன சாஸ்திரத்தில் (OH) மூலத்தை (SH) மூலமாக்க, அப்பொருள் உபயோகப்படுகிறது.

பாஸ்வர-பாக்கியஜனகை P_3N_5 (Phosphorus nitride):—பாஸ்வர-பஞ்ச-கந்தகையை அமோனியா வாயுவில் தீவிரமாய்ச் சூடு செய்யப் பாஸ்வர-பாக்கியஜனகையுண்டாகும். அது நிறமற்ற மணமற்ற சுவையற்ற திடப்பொருள். சாதாரண உஷ்ண நிலையில் தண்ணீர் அதை விபாகிக்காதது ஆச்சரியமே. தண்ணீருடன் கொதிக்கவிட, மெதுவாக அது பாஸ்வரிகாமிலமாகவும் அமோனிய-பாஸ்வரிகஜமாகவும் மாறும். தீவிரமாய் அதைக் காற்றில் சூடு செய்ய அது பற்றியெரியும்.

அத்தியாயம் 33



பாஷாணமும் அஞ்சனமும் பிஸ்மதமும்

பாஷாணம் (Arsenic)

சின்னம் As. பரமாணுபாரம்=74·91. அணுபாரம்=300

சரித்திரம் :—தாளகம் (Orpiment) மனோசிலை (Realgar) என்ற இரு பாஷாணகந்தகைகள் நமது முன்னோர்களுக்கும் கிரேக்கரஸவாதிகளுக்கும் தெரிந்திருந்தன. மேல் நாட்டார், ஆதிகாலத்தில் அவற்றைக் கந்தகவகைகள் என்று நினைத்தார்கள். அவற்றைச் சுத்திசெய்து, பாஷாணத்தையும் வெள்ளைப் பாஷாணத்தையும் தயாரிக்கும் முறைகள் ஆயுர்வேத நூல்களில் காணப்படுகின்றன. இஸ்லாம் ரஸவாதிகள் இவற்றைக்கொண்டு பல ஆராய்ச்சிகள் செய்து பாஷாணத்தைக் கந்தகையினின்று தயாரித்தனர். அதை ஒரு வகை இரஸமென்று அவர்கள் கருதியதால், 'கிழக்கத்திரஸம்' (Eastern Mercury) என்ற பெயரால் அந்நாளில் அது அழைக்கப்பட்டதாம். ஏ-மாக்னஸ் (A. Magnus) என்பவர் தாளகத்தைச் சவர்க்காரத்துடன் சூடு செய்து பாஷாணத்தை 1250-ம் வருஷத்தில் தயாரித்தார். பின்வந்த இரஸவாதிகள் அதை ஓர் உலோக கல்பமென்று எண்ணினர். ப்ராண்ட் (Brandt) என்பவர் வெள்ளைப்பாஷாணம் பாஷாண பிராணையென்று நிச்சயித்தார். பாஷாண-ஆவி உள்ளிப் பூண்டு மணமுடையதாயிருப்பதால் அதற்கு உள்ளியம் என்றும் பெயரிடலாம்.

சம்பவம் :—பாஷாணம் தனித்தும் மற்ற தனிப் பொருள்களுடன் சேர்ந்த ஐக்கியப் பொருள்களாயும் பூமியிற் காணப்படுகிறது.

பூமியிலகப்படும் சில முக்கிய பாஷாண தாதுக்களின் பெயர்கள்

1. வெள்ளைப் பாஷாணசிலை (Arseniolite) As_4O_6
2. மனோசிலை (Realgar) சிவப்பு நிறமுள்ளது As_2S_2
3. தாளகம், அரிதாரம் (Orpiment) மஞ்சள் நிறமுள்ளது As_2S_3.
4. மிஸ்பிகல் (Mispickel) பாஷாண-இரும்பு கந்தக-சிலை FeAsS
5. கோபத பாஷாண கந்தகசிலை (Cobaltite) CoAsS
6. கோபத பாஷாணசிலை (Cobalt Speirs) $CoAs_2$
7. இரும்புபாஷாணசிலை (Arsenical iron) $FeAs_2$
8. நிக்கலபாஷாண கந்தகசிலை (Nickel glance) NiAsS
9. நிக்கலபாஷாணசிலை (Kupfernickel) NiAs. "தாமிரப்பேய்"

இரும்பும் கந்தகமுஞ் சேர்ந்த கனிஜங்களிலெல்லாம் பாஷாணமும் இருக்கும். ஆனதுபற்றியே அவைகளிலிருந்து கந்தகிகாமிலந் தயாரிக்குஞ் சாலைகளில், கந்தக-துவிபிராணையுடன் பாஷாணமும் சேர்ந்து வெளியேறுமென்று முன்பே குறித்திருக்கிறோம். நிலக்கரியுடனும் பாஷாண சத்துக்கள் சேர்ந்திருப்பதால் நிலக்கரியை எரிக்கும் பொழுது, அதிலிருந்து வரும் புகையுடன்கூடி பாஷாணமும் வெளிவரும். நமது சரீரங்களில் அது வெகு அற்ப அளவிற் காணப்படுகிறது.

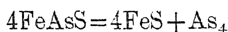
தயாரித்தல் :—ஒரு தகன சோதனைக்குழாயில் வெள்ளைப் பாஷாணம், கரித்தூள், பொட்டாஸிய-காலகை இம் மூன்றுஞ் சேர்ந்த கலவையைச் சூடு செய்.



$$As_4O_6+3C=As_4+3CO_2$$

பாஷாணம் குளிர்ந்த பாகங்களில் வந்துபடியும். படிந்ததைச் சூடு செய்ய, அது வெள்ளைப்பாஷாணமாக மாறிக் குளிர்ந்த பாகங்களிற் படியும். பாஷாணம் ஒரு பொருளிலிருக்கிறதா என்று கண்டறிய இது மெத்த நம்பிக்கையான சோதனை.

பூமியிலிருந்து வெட்டியெடுக்கப்படும் அபக்குவ பாஷாணத்தையாவது, பாஷாணமுள்ள தாதுக்களையாவது, காற்றுப்படாமல் மண்வாலைகளிற் சூடு செய்ய, ஆவியாய் மாறிய பாஷாணம் மண்ணுற் செய்யப்பட்ட கிராஹணி பாத்திரத்தில் வந்து படியும்.



$$4FeAsS = 4FeS + As_4$$

உத்பாதனமுறையால் அதைச் சுத்தி செய்யலாம். வெள்ளைப்பாஷாணமாக மாறுமலிருக்க, உத்பாதனஞ் செய்வதற்கு முன்னுல் அதனுடன் கரித்தூளைச் சேர்த்துச் சூடு செய்ய வேண்டும்.

தோற்ற பேதம்:—பாஷாணம் நான்கு வகைகளில் தோன்றுகிறது.

(1) **உலோக பாஷாணம்** (Metallic arsenic). மற்ற எந்தப்பாஷாணத்தையும் மெதுவாக உத்பதிக்கவிட்டால் இவ்வகையே உண்டாகும். இதுவே நிலையுள்ள வகை. இது பொடியாகுங் குணமுடையது. இதன் திண்மை 5·7. இது மின்சாரத்தையும் உஷ்ணத்தையும் வகித்துச் செலுத்த வல்லது. இது கரிகந்தகத்திராவகத்தில் கரையாது.

(2) **மஞ்சள் பாஷாணம்** (Yellow arsenic) பாஷாண ஆவியைச் சட்டென்று இருட்டில் திரவக்காற்றினுதவியால் குளிர்விக்க, மஞ்சள் வகையுண்டாகும். அது நிலையுள்ளதென்று சொல்ல முடியாது. அதன் திண்மை 2·1. அதுதான் கரிகந்தகத்திராவகத்தில் கரையும்வகை. அது வெள்ளைப்பூண்டுபோல் மணமுடையது; இருட்டில்

பிரகாசிக்குந்தன்மையுடையது; காற்றில் வெகு சுலபமகப் பிராணியாக மாறும். அது மின்சாரவாஹியல்ல இக்குணங்கள் மஞ்சள் பாஸ்வரத்தின் குணங்களை ஒத்திருக்கின்றன. திடஸ்திதியில் அது சுலபமாகச் சாம்பல் நிறவகையாக மாறும்.

(3) **சாம்பல் நிற பாஷாணம்** (Grey arsenic) மஞ்சள்-பாஷாணம் மாறிச் சாம்பல் நிறவகையாக மாறும். அதன் திண்மை 4·6. அது மின்சாரவாஹியல்ல. எளிதில் காற்றினாலாவது பாக்கியகாமிலத்தினாலாவது பிராணீகரிக்கப்படமாட்டாது.

(4) **அஸ்படிக-பாஷாணம்** (Amorphous arsenic) பாஷாணச் சரக்குகளை வங்கச-ஹரிதகை கொண்டாவது லோடிய-உப-கந்தசஜங் கொண்டாவது க்ஷயீகரிக்க அஸ்படிக பாஷாணமுண்டாகும். அதன் திண்மை 4 (சராசரி).

குணங்கள் :—பாஷாணம் இலகுவில் தூளாகக்கூடிய கருநரையுமுள்ள உலோக-கற்பம். சாதாரண அமுக்கநிலையில் பாஷாணத்தைச் சூடுசெய்ய, அது உருகாமல் ஆவியாய்ப் பரிணமிக்கும். ரஸாயன குணங்களில் அது பாஸ்வரத்தையொத்தது. 600°ச—700°ச-ல் செய்த ஆவிதிண்மான முறைகளிலிருந்து பாஷாண அணு As_4 என்று தெரியவருகிறது. சூடு அதிகரிக்க, வியோகமேற்படும். 1700°ச-ல் அதன் அணுசங்கேதம் As_2.

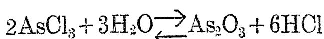
காற்றிலாவது பிராணவாயுவிலாவது சூடுசெய்யப்பட, அது ஒரு வெளுத்த நீல நிறச் சுடருடன் எரிந்து வெள்ளைப் பாஷாணமாக (As_4O_6) மாறும். பாஸ்வரத்தைப்போல் அதிதீவிரமாக அது ஹரிதக இனங்களுடன் ஸம்யோகிக்கும் என்று முன்பே குறிப்பிட்டிருக்கிறோம் (பக்கம் 408). அது அப்ஜனகத்துடன் நேரே சேருகிறதில்லை. பாஷாண-அப்ஜனகை நிலையற்ற பொருள். பாஸ்வரத்

தைப்போல் பாஷாணம் பல உலோகங்களுடன் ஐக்கியமாய்ப் பாஷாணைகளைத் (arsenides) தரும். (உ-ம்.)



$$Zn_3As_2,\ FeAs_2,\ CoAs_2$$

முதலியன. அது நீரிட்ட கந்தகிகாமிலத்துடன் விகாரிக்கிறதில்லை. சூடான கந்தகிகாமிலத்துடன் அது விகாரிக்க, நிலையற்ற பாஷாண-கந்தகிகஜம் $As_2(SO_4)_3$ உண்டாகிக் கடைசியாக வெள்ளைப்பாஷாணமாக மாறும். அது நீரிட்ட பாக்கியகாமிலத்துடன் விகாரிப்பதில்லை. ஆனால், சூடான சுண்டின பாக்கியகாமிலம் அதைப் பாஷாணிகாமிலமாக (Arsenic acid H_3AsO_4) விருத்தி செய்யும். அதை அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் காற்றுப் படக் குலுக்க, பாஷாண-த்ரி-பிராணை முதலில் உண்டாகி, பின்பு அது அமிலத்திற் கரைந்து பாஷாண-த்ரி-ஹரிதகையாய் மாறும். பாஷாண-ஹரிதகையை ஒரு சரியான அமிலஜமாகக் கொள்ளக்கூடாது. அது வெகு எளிதில் நீர் வியோகமடையும்.



$$2AsCl_3 + 3H_2O \rightleftharpoons As_2O_3 + 6HCl$$

பாஷாணம் க்ஷாரவிலயனங்களிற் கரையாது. அதன் பரமாணுபாரம் 74·91 என்று நிச்சயிக்கப்பட்டிருக்கிறது.

உபயோகம் :—பல பாஷாணச் சரக்குகளையும் உலோகக் கலவைகளையும் (alloys) தயாரிப்பதில் பாஷாணம் உபயோகிக்கப்படுகிறது. காரீயத்துடன் சிறிதளவு பாஷாணத்தைச் சேர்க்க (1000-ல் ஒரு பங்கு) அவ்வுலோகம் கெட்டியாகும். அக்கலவையைகொண்டுதான் துப்பாக்கிகளிலுபயோகிக்கப்படும் ரவைகுண்டுகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

ஷீலே-பச்சை ($HCuAsO_3$), பாரிஸ்-பச்சை [$3Cu(AsO_2)_2Cu(C_2H_3O_2)_2$] இந்த வர்ணங்களை முன்னளில் உபயோகித்து வந்தனர். அவை தேக ஆரோக்கியத்துக்

குக் கெடுதலாகையால், அவைகளை உபயோகிக்கக்கூடா தென்று சட்டங்கள் பலதேசங்களில் அமுலிலிருந்துவரு கின்றன.

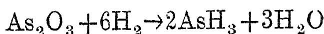
பாஷாணம் தொன்றுதொட்டு வெகு அபூர்வமான மருந்துகளைச் செய்ய உபயோகிக்கப்பட்டுவருகிறது. பல மேக வியாதிகளுக்கும், விஷ-ஜ்வரங்களுக்கும் பாஷாணஞ் சேர்ந்த ஔஷதங்கள் ஆங்கில வைத்திய முறையிலும், ஆயுர்வேத வைத்திய முறையிலும் உபயோகிக்கப்படுகின் றன. பல-விருத்தி, இரத்தசுத்திசெய்யும் மருந்தாகவும், தேகநிறம், தேககாந்தி என்பவற்றை அதிகரிக்கும் ஔஷதமாகவும் அது உபயோகிக்கப்படுகிறது. கிரி சார்கள் (Mountaineers) முதலிற் சிறிதளவு பாஷாணத் தைத் தினந் தின்று பழக்கப்படுத்திக்கொண்டு, பின்பு, வரவர, தின்னுமளவை அதிகரித்துக்கொண்டுவருவார்கள். அவ்விதஞ் சாப்பிடுவதால் அவர்கள் மற்ற விஷங்களாற் பீடிக்கப்பட்டு வேதனைப்படுவதில்லை. இன்னும், அவர்க ளுடைய சுவாஸாசயங்கள் (நுரையீரல்கள்) பலப்படும். ஸ்டிரியா-பாஷாண-பக்ஷணிகளைப்பற்றி (Styrian arsenic eaters) ஜான்ஸ்டன் (1855) பின்வருமாறு சொல்லுகிறார். "பாஷாணமானது இரண்டு காரியங்களுக்காக உட்கொள் ளப்படுகிறது. (1) அதைச் சாப்பிட, தேகம் பருக்கும், தோல் மிருதுவாகவும் சுத்தமாகவும் ஆகும்; தேகத்தின் நிறமும் தேஜஸும் விருத்தியாகி அழகு உண்டாகும்.

(2) அதைச் சாப்பிட, அது சுவாசித்தலைச் சரிப் படுத்தும்; (யோக சக்திக்கு அனுகூலமாயிருக்கும்); சிரமமில்லாமல் உயர்ந்த மலைகளின்மேல் ஏறலாம்; செங் குத்தான பாறைகளின்மேலும் திணறாமல் ஏறிவிடலாம். பாஷாணத்தை நீடித்து உட்கொள்ளுவதால் மனிதர்களும் பிராணிகளும் இவ்விரு குணங்களையும் பெறுகின்றனர்."

பாஷாண-அப்ஜனகை AsH_3 (Arsenic Hydride) (ஆர்ஸீன் Arsine)

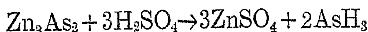
தயாரித்தல் :—நேர்ஸம்யோகத்தாலாவது பாஷாணத்தை க்ஷார விலயனங்களுடன் கொதிக்கவைத்தாவது பாஷாண-அப்ஜனகையைத் தயாரிக்கமுடியாது.

(1) பாஷாணஞ் சேர்ந்த பொருள்களை ஜனித-அப்ஜனகத்துடன் விகாரிக்கச்செய்து, பாஷாண-அப்ஜனகையைத் தயாரிக்கலாம். உலோக-அமிலமிச்ரத்திலிருந்தாவது ($Zn+H_2SO_4$) அல்லது உலோக-க்ஷாரவிலயன மிச்ரத்திலிருந்தாவது ($Al+NaOH$) வெளிவரும் அப்ஜனகம் விலயன மிச்ரத்துடன் சேர்க்கப்படும் பாஷாணப்பொருள்களுடன் விகாரித்துப் பாஷாண-அப்ஜனகையைக் கொடுக்கும். 148-வது படத்திற் காட்டிய உபகரணத்தைக் கவனி. கூஜாவில் நாகத்துண்டுகளையும் நீரிட்ட அமிலத்தையுமெடுத்துக்கொள்ள அப்ஜனகம் வெளிவந்துகொண்டிருக்கும். பெய்குழலில் பாஷாணஞ் சேர்ந்த திரவத்தை எடுத்து விகாரமிச்ரத்தில் சொட்டவிடு. வெளிவரும் வாயுவைக் (H_2+AsH_3) கொளுத்திவிடு. கொஞ்சஞ் சிவந்தநிறச் சுடருடன் அது எரியும். வெள்ளைப்புகையுண்டாகி (As_2O_3) வெளியேறும்.



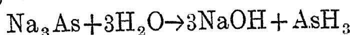
$$As_2O_3+6H_2 \rightarrow 2AsH_3+3H_2O$$

(2) நாகத்தூளையும் பாஷாணத்தையும் ஒரு மூசையிலெடுத்து மூடிச் சூடு செய்ய, நாக-பாஷாணை Zn_3As_2 (Zinc arsenide) உண்டாகும். அதை நீரிட்ட அமிலத்திற் போட, சுத்தமான பாஷாண-அப்ஜனகை வெளிவரும்.



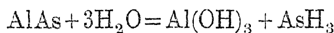
$$Zn_3As_2+3H_2SO_4 \rightarrow 3ZnSO_4+2AsH_3$$

ஸோடிய-பாஷாணை தண்ணீருடனாவது, நீரிட்ட அமிலத்துடனாவது விகாரித்துப் பாஷாண-அப்ஜனகையைத் தரும்.



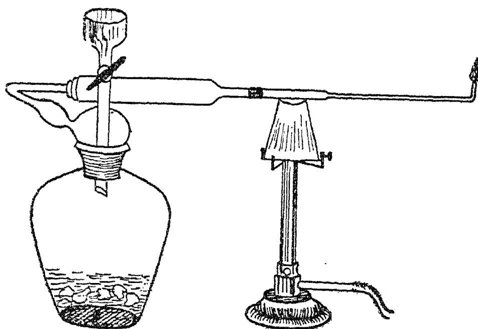
$$Na_3As+3H_2O \rightarrow 3NaOH+AsH_3$$

அலுமீனிய-பாஷாணையைத் தண்ணீருடன் சூடுசெய்தும் அதைத் தயாரிக்கலாம்.



$$AlAs + 3H_2O = Al(OH)_3 + AsH_3$$

குணங்கள் :—பாஷாண-அப்ஜனகை ஒரு நிறமற்ற, வெள்ளைப்பூண்டு மணமுள்ள, அதிக விஷம்பொருந்திய வாயு. தற்செயலாய் அதிற் சிறிதளவைச் சுவாசித்ததால் பலர் மாண்டிருக்கின்றனர். அதைத் திரவமாக்கலாம். அதன் கொதிநிலை 55°ச. அது தண்ணீரில் கரையாது. (அமோனியா, பாஸ்வீன் என்பவற்றுடன் ஒத்துப்பார்). அது உஷ்ணமுட்கொண்ட பொருளாகையால் அது சூட்டில் வெகு எளிதில் விபாகித்துவிடும். ஒரு பொருளில் பாஷாணமிருக்கிறதா இல்லையாவென்பதைக் கண்டுபிடிக்கும் சோதனைக்கு "மார்ஷ்-சோதனை" (Marsh's Test)



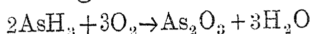
மார்ஷ்-சோதனை

படம் 148

என்று பெயர். 148-வது படத்திற் காட்டிய உபகரணத்தை எடுத்து முன் கூறியவண்ணம் அப்ஜனகம் வரும்படி செய்து பாஷாணமிருக்குமென்று சந்தேகிக்கப்பட்ட பொருளை விலயனமிச்ரத்திற் சொட்டவிட்டு வெளிவரும் வாயுவைக்

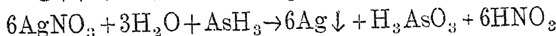
கொளுத்திவிடவும். வெள்ளைப்பூண்டிற்குரிய மணம் உண்டானாலும், குழாயைச் சிற்றுலையாற் சூடுசெய்யப் பளபளப்பான பொருள் படிந்தாலும் பாஷாணமிருக்கிறதென்று நிச்சயிக்கலாம். அல்லது எரியுஞ் சுடரில் ஒரு பீங்கான் மூடியைச் சிறிதுநேரங் காட்டு. ஒரு பளபளப்பான கறுத்த பொருள் படியும். அதன்மேல் ஸோடிய-உப-ஹரிதசஜ விலயனத்தையாவது சலவைச்சுரண விலயனத்தையாவது விட, அது கரைந்தால் பாஷாணமிருக்கிறதென்பதிற் சந்தேகமில்லை. பாஷாணந் தின்று ஒருவன் சாவானாயின் அவன் பாஷாணந்தான் தின்று இறந்தான் என்று நிரூபிக்க அவன் வயிற்றிலுள்ள பொருளை எடுத்து மேற்கண்ட விதம் சோதிக்கிறார்கள்.

பாஷாண-அப்ஜனகை ஓர் எரிபொருள். அது அதிகக் காற்றில் எரியும்பொழுது பாஷாண-த்ரி-பிராணையும் தண்ணீரும் உண்டாகும்.



$$2AsH_3 + 3O_2 \rightarrow As_2O_3 + 3H_2O$$

காற்றுக் குறைவாயிருப்பின், பாஷாணமும் தண்ணீரும் உண்டாகும். அதில் க்ஷாரகுணமே கிடையாது. அப்ஜனக-ஹரிதகை முதலியவற்றுடன் ஸம்யோகிக்கிறதில்லை. பிராண அமிலங்களுடனும் அது விகாரிப்பதில்லை. அது ஒரு க்ஷயகாரி. இரஜத உப்பு விலயனத்தில் அதைச் செலுத்த இரஜதம் அவபதிக்கும்.



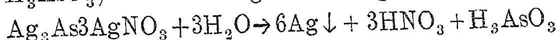
$$6AgNO_3 + 3H_2O + AsH_3 \rightarrow 6Ag\downarrow + H_3AsO_3 + 6HNO_3$$

இரஜத உப்பு விலயனம் சுண்டினதாயிருப்பின் விகாரத்தில் ஒரு மஞ்சள் நிறமுள்ள பொருள் $AsAg_3 3AgNO_3$ உண்டாகும்.



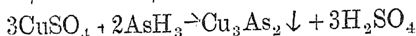
$$AsH_3 + 6AgNO_3 \rightarrow AsAg_3,3AgNO_3 + 3HNO_3$$

அப்பொருள் தண்ணீருடன் விகாரிக்க முன் குறித்தபடி, இரஜதமும், பாஷாணசாமிலமும் (Arsenious acid H_3AsO_3) பாக்கியகாமிலமும் உண்டாகும்.



$$Ag_3As3AgNO_3 + 3H_2O \rightarrow 6Ag\downarrow + 3HNO_3 + H_3AsO_3$$

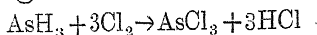
சில விலயனங்களிலிருந்து, அது, உலோக பாஷாணையை அவபதிக்கச்செய்யும்.



$$3CuSO_4 + 2AsH_3 \rightarrow Cu_3As_2 \downarrow + 3H_2SO_4$$

தாமிர-பாஷாணை

பாஷாண-அப்ஜனகை, ஹரிதக இனங்களுடன் விகாரிக்கப் பாஷாண-ஹரிதகை, அப்ஜனக-ஹரிதகை போன்றவை உண்டாகும்.



$$AsH_3 + 3Cl_2 \rightarrow AsCl_3 + 3HCl$$

அவ்விகாரத்தின் வீரியம் காசாதத்திலிருந்து பாடலகம்வரை குறைந்துகொண்டேவரும்.

பாஷாணத்தை அறிவிக்கும் மற்ற சோதனைகள்

மார்ஷ்-சோதனையிலுண்டான கரும்புள்ளியை மஞ்சள்-அமோனிய-கந்தகை விலயனத்தால் நனைத்து, பின்பு இளஞ் சூடு காட்டி வற்றவிட, மஞ்சள் நிறமுள்ள புள்ளி (As_2S_3) காணும். பாஷாணஞ் சேர்ந்த எந்த விலயனத்திலும் (?) அப்ஜனக-கந்தகையைச் செலுத்த, நேர்த்தியான மஞ்சள் நிறமுள்ள அவபதிதம் (As_2S_3) தோன்றும். தண்ணீரில் பாஷாணம் பதினாயிரத்தில் ஒரு பங்கு மாத்திரம் இருந்தாலும் இச்சோதனைக்கு மஞ்சள் நிறங் காட்டும்.

பாஷாண-அப்ஜனகையை இரசிக-ஹரிதகை விலயனத்திற் செலுத்த, முதலில் மஞ்சள் நிறமும் பின்பு பழுப்பு நிறமும் கடைசியாகக் கருப்பு நிறமும் தோன்றும் (As_2Hg_3). குட்சைட்-சோதனை (Gutzeit test) இவ்விகாரத்தையொட்டியது. ஜனித-அப்ஜனகம் வந்துகொண்டிருக்குஞ் சோதனைக் குழாயில் பாஷாணமிருக்கும் பொருளைச் சேர்த்து, குழாய்க்குள் ஸீஸ-சாராயிகஜத்தாளைச் செருகிக் குழாயின்வாயில் ஈரமற்ற இரசிக-ஹரிதகைத்தாளைப் பிடிக்க மஞ்சட்கறை படியும்.

ஆவி திண்மானமுறை, அதன் அணுபாரம் 78 என்று காட்டுகிறது. ஆகையால் அதன சங்கேதம் AsH_3 தான்.

சங்கலனம் :—பாஷாண-அப்ஜனகையை மின்பொறிகளால் தாக்க இரண்டு பரும வாயு மூன்று பருமனாக விருத்தியடையும். எடைவிச்லேஷண முறையில் ஒரு கிராம் அப்ஜனகம் 24·987 கி. பாஷாணத்துடன் சேர்ந்திருக்கிறதென்று காண்கிறோம். பாஷாணத்தின் பரமாணு பாரம் 74·91 ஆக இருந்தால் வாயுவின் சுலபசங்கேதம் AsH_3 என்றிருக்கவேண்டும்.

ஹரிதக இனங்களும் பாஷாணமும் சேர்ந்த பொருள்கள்

மேற்கண்ட பொருள்களில் நிச்சயமாய்த் தெரிந்தவைகளின் சங்கேதங்கள் :—

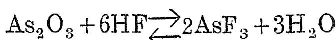


$$AsF_3, AsCl_3, AsBr_3, AsI_3, AsF_5$$

பஞ்ச-ஸம்யோக-சாமர்த்தியமுடைய பாஷாணத்தை AsF_5 என்பதில்தான் பார்க்கிறோம்.

பாஷாண-த்ரி-காசாதை AsF_3 (Arsenic Trifluoride)

உரிய இரு தனிப் பொருள்களின் நேர் ஸம்யோகத்தால் அதை அடையலாம். காரீயத்தாற் செய்யப்பட்ட வாலையில், பாஷாண-த்ரி-பிராணையையும் பொட்டாஸிய-காசாதையையும் அதிக அளவு சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தையும் எடுத்துச் சூடு செய்து பாஷாண-த்ரி-காசாதையை எளிதில் தயாரிக்கலாம்.



$$As_2O_3 + 6HF \rightleftarrows 2AsF_3 + 3H_2O$$

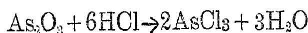
குணங்கள் :—அது நிறமற்ற புகையுந் திரவம். கொதிநிலை 63°ச. தண்ணீரால் அது வெகு சுலபமாக, த்ரி-பிராணையாகவும் அப்ஜனக-காசாதையாகவும் மாற்றப்படும். அதைப் பிளாடின சீசாக்களில்தான் வைத்து வைக்க முடியும்.

பாஷாண-த்ரி-காசாதை, அஞ்சன-பஞ்ச-காசாதை, இரக்தகம் என்பவை சேர்ந்த கலவையை 55°ச-க்கு மேற்

படாத கூட்டில் சூடுசெய்ய, பாஷாண-பஞ்ச-காசாதை AsF_5 (Arsenic Pentafluoride) வாயுவாக வெளிவரும். அதைத் திரவமாக்கலாம். அதன் கொதிநிலை —53°ச.

பாஷாண-த்ரி-ஹரிதகை $AsCl_3$ (Arsenic Trichloride)

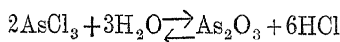
நேர் ஸம்யோக முறையில் அதைத் தயாரிக்கலாம். சூடான பாஷாணத்தின்மேல் ஹரிதகத்தைச் செலுத்த, அது உண்டாகும். அல்லது பாஷாண-த்ரி-பிராணை, ஸோடிய-ஹரிதகை சுண்டின கந்தகிகாமிலம் என்பவை சேர்ந்த மிச்ரத்தைச் சூடு செய்ய, பாஷாண-த்ரி-ஹரிதகையுண்டாகி வடியும்.



$$As_2O_3 + 6HCl \rightarrow 2AsCl_3 + 3H_2O$$

இதைத் தயாரிக்கப் பார்ட்டிங்க்டன் (Partington) என்பவர் 1929-ல் வேறொரு நல்ல முறையைக் கண்டுபிடித்தார். வெள்ளைப் பாஷாணத்தைக் கந்தக-ஹரிதகையுடன் கலந்து கலவையைத் 'திரும்ப வடிக்கும் கனீகரணியில்' (Reflux condenser) காய்ச்சி அதற்குள் ஹரிதகத்தைச் செலுத்த, பாஷாண-த்ரி-ஹரிதகையுண்டாகும். அதைக் காய்ச்சி வடித்தெடுக்கலாம்.

குணங்கள் :—பாஷாண-த்ரி-ஹரிதகை ஒரு நிறமற்ற புகையுந் திரவம். அதன் கொதிநிலை 130°ச; உருகுநிலை —18°ச. அது எளிதில் நீர்வியோகமடையும்.



$$2AsCl_3 + 3H_2O \rightleftharpoons As_2O_3 + 6HCl$$

தண்ணீர் சிறிதளவிலிருக்குமேயாகில் $AsOClH_2O$ அல்லது $As(OH)_2Cl$ என்ற சங்கேதமுடைய பொருள் அவபதிக்கும். பாஷாண-த்ரி-இரக்தகையும் $AsBr_3$ பாஷாண-த்ரி-பாடலகையும் AsI_3, உரிய லவணஜனகத்தைக் கரிகந்தகத்திராவகத்திற் கரைத்துப் பாஷாணத் தூளுடன் விகாரிக்கச் செய்ய, உண்டாகும்.

பாஷாண-த்ரி-இரக்தகை நிறமற்ற ஊசிபோன்ற ஸ்படிக வடிவமுள்ள திடப்பொருள். அதன் உருகு நிலை 31°ச.; கொதிநிலை 221°ச.

பாஷாண-த்ரி-பாடலகை சிவந்த ஆறு பட்டை ஸ்படிக வடிவமுள்ள திடப்பொருள். அதன் உருகு நிலை 146°ச. நன்ருய்க் குளிர்விக்கப்பட்ட பாஷாண-த்ரி-ஹரிதகையில் ஹரிதகத்தைச் செலுத்தப் பாஷாண-பஞ்ச-ஹரிதகை $AsCl_5$ உண்டாகுமாம். அது நிலையற்றதாம்;—25°ச உஷ்ணநிலையிலேயே விபாகித்துவிடுமாம்.

பாஷாண-பிராணைகளும் பாஷாண பிராணமிலங்களும்
(Oxides and Oxy-acids of Arsenic)

இரண்டு பாஷாண-பிராணைகள் நன்கு தெரிந்தவை: (1) பாஷாணச-பிராணை அல்லது பாஷாண-த்ரி-பிராணை. (Arsenious oxide or arsenic trioxide) As_4O_6 அல்லது As_2O_3. (2) பாஷாணிக-பிராணை அல்லது பாஷாண-பஞ்ச-பிராணை. (Arsenic oxide or arsenic pentoxide) As_2O_5. இவற்றைத்தவிர பாஷாண-சதுர்-பிராணை என்ற ஒரு பிராணை உண்டு (Arsenic tetroxide) As_2O_4.

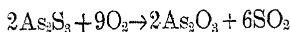
அமிலங்கள்

1. பூர்வ-பாஷாணசாமிலம் (Orthoarsenious acid) H_3AsO_3
2. மித்-பாஷாணசாமிலம் (Metaarsenious acid) $HAsO_2$
3. பூர்வ-பாஷாணிகாமிலம் (Orthoarsenic acid) H_3AsO_4
4. உஷ்ண-பாஷாணிகாமிலம் (Pyroarsenic acid) $H_4As_2O_7$
5. மித-பாஷாணிகாமிலம் (Metaarsenic acid) $HAsO_3$

இவற்றுள் முதலிரண்டு அமிலங்களும் இதுவரையிற் சுத்தநிலையிற் றயாரிக்கப்படவில்லை. அவை பாஷாண-த்ரி-பிராணையிலிருந்து வரக்கூடிய அமிலங்கள். ஆனால் அவைகளுக்குரிய அமிலஜங்கள் நன்கு தெரிந்தவை. கடைசி மூன்று அமிலங்களுந் தயாரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அவை பாஷாண-பஞ்ச-பிராணைகளிலிருந்து உண்டாகக்கூடியவை.

பாஷாண-த்ரி-பிராணை அல்லது வெள்ளைப்பாஷாணம்
(Arsenious Oxide or White Arsenic)

இச்சரக்கு வெகுநாளாக வைத்தியர்களால் உபயோகப்பட்டுவருகிறதென்பதை முன்பே குறித்தோம். (1) பாஷாணம் காற்றிலாவது பிராணவாயுவிலாவது எரியும்பொழுது அது உண்டாகும். (2) ஆனால் வியாபார முறையில் அதை ஒரு விளைபொருளாக அடைகிறார்கள். பாஷாணங்கொண்ட கனிஜங்களைப் புடமிடும்பொழுது, பாஷாண-பிராணையுண்டாகிக் குழாய்களிற் படிந்துநிற்கும். அதைப் பதங்கித்துச் சுத்திசெய்யலாம்.



$$2As_2S_3 + 9O_2 \rightarrow 2As_2O_3 + 6SO_2$$

குணங்கள் :—பாஷாண-த்ரி-பிராணை மூன்று உருவங்களில் தோன்றும். அவையாவன :—(1) அஷ்டமுக-பாஷாண-த்ரி-பிராணை (Octahedral form) பாஷாண-த்ரி-பிராணையின் ஆவியைச் சட்டென்று குளிரவிட உண்டாகும். அல்லது அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தில் அப்பிராணையைக் கொதிக்கவிட்டுக் கரைத்துப் பின்பு குளிரவிட ஒழுங்கான ஸ்படிக வடிவில் அது வெளிவந்து படியும். அதன் திண்மை 3·6. அது 100 கி. தண்ணீரில் 15°ச-ல் 1·65 கி. அளவிலும் 25°ச-ல் 2·04 கி. அளவிலும் கரையும். சாதாரண உஷ்ண நிலையில் அவ்வகை நிலையுள்ளது. (2) பட்டை-ஆகார-பாஷாண-த்ரி-பிராணை (Prismatic form) பாஷாண-பிராணையைப் பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்திற் பூரணமாகக் கரைத்து வடி-

கட்டி, மெதுவாக விலயனத்தை வற்றவைத்து, அவ்வகையைத் தயாரிக்கலாம். அல்லது, அஷ்டமுக வகையையாவது அஸ்படிக வகையையாவது சுமார் 200°ச-வில் சில மணி நேரம் வைத்து வைக்க, பட்டை ஆகாரவகை உண்டாகும். அதன் திண்மை 4·15. அது நிலையற்றது.

(3) அஸ்படிக-பாஷாண-த்ரி-பிராணே (amorphous variety) பாஷாணப் பிராணேயின் ஆவியைச் சூடான தகடுகளில் மெதுவாய்க் கனீகரணிக்கச் செய்ய, கண்ணாடி போன்ற அஸ்படிக வகை உண்டாகும். சாதாரண உஷ்ண நிலையில் அது நிலையற்றது. அது மங்கி அஷ்டமுக வகையாக மாறிவிடும். அதன் திண்மை 3·71. இம்மூன்று வகைகளுள் இதுவே தண்ணீரில் அதிகம் கரைவது.

பாஷாண-த்ரி-பிராணேயைச் சூடு செய்ய, சாதாரணமாக அது உருகாமல் ஆவியாய்ப் பரிணமிக்கும். 1500°ச-ல் செய்த ஆவிதிண்மான முறை, அதன் அணுசங்கேதம் As_4O_6 என்றும் 1800°ச-ல் செய்த முறை As_2O_3 என்றும் காட்டுகின்றன. அதைத் தண்ணீரிற் கரைத்து விலயனத்தைச் சோதிக்க அமிலகுணந் தோன்றும். பாஷாணசாமிலம் விலயனத்திலிருக்கும். அது ஒரு கொடிய விஷம். அதில் 0·06 கி. அளவு ஒரு மனிதனைக் கொல்ல வல்லது. ஆனல் சிறிதளவு சாப்பிட்டுப்பழக்கமான பின்பு, அளவை மெதுவாக அதிகப்படுத்திக்கொண்டுபோக பழக்கமுள்ளவர்களுக்கு அது யாதொரு தீங்குஞ் செய்யாது. அவர்கள் சாப்பிடும் அளவில் பழக்கமில்லாதவர்கள் சாப்பிட்டால் இறக்கவேண்டியதுதான். பாஷாண விஷத்திற்கு மாற்று அயிக-அப்ஜ-பிராணே. அயிக-ஹரிதகை விலயனத்துடன் அமோனியா விலயனத்தைச் சேர்க்க அயிக-அப்ஜ-பிராணே அவபதிக்கும். அதையாவது அல்லது இரும்புச் சாமான்களின்மேலுள்ள துருவைச் சுரண்டிப் பொடிசெய்து தண்ணீரிற் கலக்கியாவது கொடுக்கலாம். பாஷாண-த்ரி-பிராணே அமிலத்திலும் க்ஷாரத்திலுங் கரைந்து விகாரிக்குங் குணமுடையதால் அதை ஒரு இருதலைப் பிராணேயென்றே

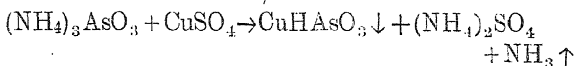
சொல்லவேண்டும். ஔஷதங்கள், வர்ணங்கள், கண்ணாடி, பீங்கான் முதலியவைகளைத் தயாரிக்கும்பொழுது அதை உபயோகிக்கிறார்கள். அது ஒரு நல்ல கிருமி-நாசனி. தோல்களைக் காப்பாற்ற அது உபயோகப்படுகிறது. ஸோடா க்ஷார விலயனத்தில் வெள்ளைப் பாஷாணத்தைக் கரைத்து, ஆடு மாடு மேலுள்ள பேன், உண்ணி முதலிய பூச்சிக்களைக் கொல்ல அவ்விலயனத்தைக் கழுவுநீராக (Wash or lotion) உபயோகிக்கின்றனர். தாம்ரிக-பாஷாணசஜமும் தாம்ரிக-சாராயிகஜமுங் கொண்டுள்ள அமிலஜத்வயம் கனிமரங்களைப் பீர்பொழிநீரால் (Spray) கழுவுவதற்கு உபயோகப்படுகிறது.

பாஷாணசாமிலம் (Arsenious Acid)

பாஷாண-த்ரி-பிராணை தண்ணீரிற் சிறிதளவு கரையுமென்றும் அமிலகுணமுடைய விலயனத்தைக் கொடுக்குமென்றும் சொன்னோமல்லவா? விலயனத்தில் பூர்வ-பாஷாணசாமிலமிருக்கிறதா அல்லது மித-பாஷாணசாமிலமிருக்கிறதா என்று நிச்சயமாய்ச் சொல்லமுடியாது. ஆனால் மூன்றுவித பாஷாணசஜங்கள் (Arsenites) தயாரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. (உ-ம்.) (1) இரஜத-பூர்வ-பாஷாணசஜம் Ag_3AsO_3. (Silver orthoarsenite) பூர்வ-பாஷாணசாமிலத்திற்குரிய உப்பு; (2) கால்ஸிய-உஷ்ண-பாஷாணசஜம் $Ca_2As_2O_5$ (Calcium pyroarsenite) உஷ்ண-பாஷாணசாமிலத்திற்குரியது; (3) ஸீஸ-மித-பாஷாணசஜம் $Pb(AsO_2)_2$ (Lead metaarsenite) மித-பாஷாணசாமிலத்திற்குரியது.

க்ஷாரலோக-பாஷாணசஜங்களைத் தவிர மற்ற பாஷாணசஜங்கள் (arsenites) தண்ணீரிற் கரையா. கரையும் பாஷாணசஜங்கள் இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்துடன் விகாரிக்க, மஞ்சள் நிறமுள்ள இரஜத-பாஷாணசஜம் Ag_3AsO_3 அவபதிக்கும். அவபதிதம் பாக்கியகாமிலத்திலும் அமோனியா விலயனத்திலும் கரையும்.

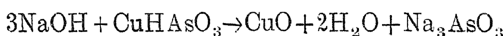
பாஷாணசஜங்கள் க்ஷயகாரிகள் (பாஸவசஜங்களைப் போல் அவ்வளவு வீரிய க்ஷயகாரிகளல்ல). க்ஷார குணமுள்ள தாம்ரிக உப்பு விலயனத்திலிருந்து அவை சிவப்பு தாம்ரச-பிராணையை Cu_2O அவபதிக்கச் செய்யும்.



ஷீலே பச்சை

$$(NH_4)_3AsO_3 + CuSO_4 \rightarrow CuHAsO_3 \downarrow + (NH_4)_2SO_4 + NH_3 \uparrow$$

அவ்வவபதிதம் ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையில் கரையும். விலயனத்தைக் கொதிக்கவிட சிவந்த தாம்ரச-பிராணை அவபதிக்கும்.



$$3NaOH + CuHAsO_3 \rightarrow CuO + 2H_2O + Na_3AsO_3$$



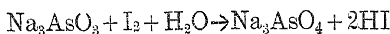
$$2CuO \rightarrow Cu_2O + (O)$$



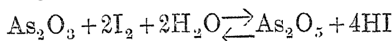
$$Na_3AsO_3 + (O) \rightarrow Na_3AsO_4$$

ஸோடிய-பாஷாணசஜம் பாஷாணிகஜமாகப் பிராணிகரிக்கப்படுகிறது. தாம்ரிக-பிராணை தாம்ரச-பிராணையாக க்ஷயீகரிக்கப்படுகிறது.

பாஷாணசஜங்களைச் சூடுசெய்ய, பாஷாணிகஜங்களும் பாஷாணமும் உண்டாகும். பாடலக விலயனம் பாஷாணசஜங்களை முற்றிலும் பாஷாணிகஜங்களாக விருத்திசெய்யும். ஆகையால், திட்ட-பாடலக விலயனத்தைக் கொண்டு பாஷாண-த்ரி-பிராணை (இது ஒரு க்ஷயகாரி), பாஷாணசஜம் முதலியவைகளை கனவிச்லேஷண முறையால் அளவிடலாம்.



$$Na_3AsO_3 + I_2 + H_2O \rightarrow Na_3AsO_4 + 2HI$$

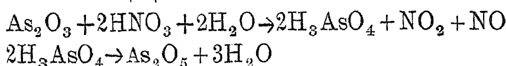


$$As_2O_3 + 2I_2 + 2H_2O \rightleftarrows As_2O_5 + 4HI$$

(பாஷாண-த்ரி-பிராணையின் சமான எடை = $\frac{\text{அதன் அணுபாரம்}}{4}$ = 49·455.)

பாஷாண-பஞ்ச-பிராணை As_2O_5
(Arsenic Pentoxide)

பாஷாண-பஞ்ச-பிராணையானது பாஷாணம் காற்றிலெரியும்பொழுதுண்டாவதில்லை. (பாஸ்வரத்திலிருந்து வித்தியாசம்). பாஷாண-த்ரி-பிராணையைச் சுண்டின பாக்கியகாமிலத்துடன் கொதிக்கவிட்டு, விகாரம் முடிந்த பின்பு மேல் திரவத்தை இறுத்து வடித்து, மீதிநிற்கும் பொருளைத் தண்ணீர்கொண்டு கழுவி, ஈரமறச் செய்து, குறைவான சிவந்த சூட்டிற்கு உஷ்ணப்படுத்தி பாஷாண-பஞ்ச-பிராணையைத் தயாரிக்கலாம்.



$$As_2O_3 + 2HNO_3 + 2H_2O \rightarrow 2H_3AsO_4 + NO_2 + NO$$
$$2H_3AsO_4 \rightarrow As_2O_5 + 3H_2O$$

குணங்கள் :—பாஷாண-பஞ்ச-பிராணை வெளுத்த அஸ்படிக, நீரை யிழுத்துக்கொள்ளும் சக்தியுடைய திடப் பொருள். அதை நன்றாய்ச் சூடு செய்ய, த்ரி-பிராணையாகவும் பிராணவாயுவாகவும் அது மாறும்.

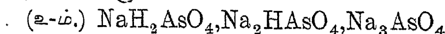


$$As_2O_5 \rightarrow As_2O_3 + O_2$$

ஆகையால், அது ஒரு வர்த்தனி. அது தண்ணீரிற் கரைந்து பாஷாணிகாமிலத்தைக் கொடுக்கும்.

பூர்வ-பாஷாணிகாமிலம் H_3ASO_4
(Orthoarsenic Acid)

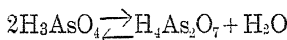
பாஷாண-த்ரி-பிராணையைச் சுண்டின பாக்கியகாமிலத்திற் கொதிக்கவிட்டு விலயனத்தை முற்றிலும் வற்றவைத்துப் பின்பு, திடப்பொருளைத் தண்ணீரிற் கரைத்து ஸ்படிகீகரண முறையால் $2H_3AsO_4H_2O$ என்ற சங்கேதத்தையுடைய அமிலத்தைத் தயாரிக்கலாம். அதை 100° ச-ல் சூடுசெய்ய, நீர் பிரிந்து H_3AsO_4 என்ற அமிலம் உண்டாகும். அது த்ரி-க்ஷாரத்வ அமிலம். அப்ஜனகத்தைப் படிப்படியாக விலக்கி மூன்று பாஷாணிகஜங்களை அடையலாகும்.



(உ-ம்.) $NaH_2AsO_4, Na_2HAsO_4, Na_3AsO_4$

உஷ்ண-பாஷாணிகாமிலம் $H_4As_2O_7$
(Pyroarsenic Acid)

பூர்வ-பாஷாணிகாமிலத்தை 140°—180° ச-ல், சூடு செய்ய, தண்ணீர் பிரிந்து உஷ்ண-பாஷாணிகாமிலம் உண்டாகும்.



$$2H_3AsO_4 \rightleftarrows H_4As_2O_7 + H_2O$$

ஆனால் அவ்வமிலம் திடஸ்திதியிலேயே நிலையுள்ளது. அது தண்ணீரில் கரைந்து சூட்டை வெளியிட்டு பூர்வ-பாஷாணிகாமிலமாக மாறிவிடும்.

மித-பாஷாணிகாமிலம் $HAsO_3$ (Metaarsenic Acid)

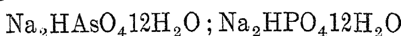
பூர்வ-பாஷாணிகாமிலத்தையாவது, உஷ்ணபாஷாணிகாமிலத்தையாவது 200°ச-ல் சூடு செய்ய, மித-பாஷாணிகாமிலமுண்டாகும்.



$$H_3AsO_4 \rightleftarrows HAsO_3 + H_2O$$

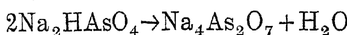
அவ்வமிலம் திடஸ்திதியில்தான் நிலையுள்ளது. அது தண்ணீரில் சூட்டை வெளியிட்டுக் கரைந்து பூர்வ-பாஷாணிகாமிலமாக மாறிவிடும். இன்னும், அதை அதிகமாகச் சூடு செய்ய, தண்ணீர் முற்றிலும் பிரிய, பாஷாண-பஞ்சபிராணையுண்டாகிவிடும். (பாஸ்வர அமிலங்களிலிருந்து வித்தியாசம்).

மேற்கண்ட மூன்று பாஷாணிகாமிலங்களிலிருந்து உண்டாகும் மூன்று பாஷாணிகஜங்களும் அவ்வவற்றிற்கு உவமையான பாஸ்வரிகஜங்களின் குணங்களை ஒத்தவை. பாஷாணிகஜமும் அதற்கு உவமையான பாஸ்வரிகஜமும் ஏகரூபமுள்ளவை.



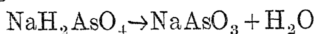
$$Na_2HAsO_4 12H_2O ; Na_2HPO_4 12H_2O$$

துவி ஸோடிய-ஏகஅப்ஜனக-பாஷாணிகஜத்தைச் சூடு செய்ய, ஸோடிய-உஷ்ண-பாஷாணிகஜமுண்டாகும்.



$$2Na_2HAsO_4 \rightarrow Na_4As_2O_7 + H_2O$$

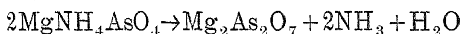
ஆனால் அவ்வமிலஜம், அமிலத்தைப்போல் திடஸ்திதியிலேயே நிலையுள்ளது; தண்ணீரிற் கரைய, பூர்வ-பாஷாணிகஜமாக மாறிவிடும். ஏகஸோடிய-துவி-அப்ஜனக-பாஷாணிகஜத்தைச் சூடு செய்ய, ஸோடிய-மித-பாஷாணிகஜமுண்டாகும்.



$$NaH_2AsO_4 \rightarrow NaAsO_3 + H_2O$$

அதுவும் திடஸ்திதியில்தான் நிலையுள்ளது. அது தண்ணீரிற் கரைய, பூர்வ-பாஷாணிகஜமாக மாறிவிடும்.

மாக்னீஸிய-அமோனிய-பாஸ்வரிகஜத்தைப்போல், மாக்னீஸிய-அமோனிய-பாஷாணிகஜமும் $MgNH_4AsO_4$ (Magnesium ammonium arsenate) கரையாப் பொருள். விலயனத்திலுள்ள பாஷாணத்தை மாக்னீஸிய-அமோனிய-பாஷாணிகஜமாக அவபதிக்கச்செய்து, பின்பு அதைச் சூடுசெய்து அங்கு உண்டாகும் மாக்னீஸிய-உஷ்ண-பாஷாணிகஜத்தை (Magnesium pyroarsenate) நிறுத்துப் பாஷாணத்தை அளவிடலாம்.



$$2MgNH_4AsO_4 \rightarrow Mg_2As_2O_7 + 2NH_3 + H_2O$$

பாஷாணிகஜங்கள் இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்துடன் விகாரிக்க, 'சாகொலேட்' டைப்போல் கருஞ்சிவப்பு நிறமுள்ள இரஜத-பாஷாணிகஜம் Ag_3AsO_4 அவபதிக்கும்.

பாஷாணிகஜங்களும், அமோனிய-மாலிப்டிகஜத்துடனும் சுண்டின பாக்கியகாமிலத்துடனும் விகாரிக்க, மஞ்சள் நிறமுள்ள அமோனிய-பாஷாணோ-மாலிப்டிகஜம் உண்டாகும். ஆனால், இங்கு சூடுசெய்தபின்பே, அவபதிதம் ஏற்படும். ஸீஸ-பாஷாணிகஜமும் கால்ஸிய-பாஷாணிகஜமும் கனிமரங்களைப் பீர்சொரி நீரால் கழுவுவதற்கு உபயோகிக்கப்படுகின்றன.

பாஸ்வரத்திற்கும் பாஷாணத்திற்குமுள்ள ஒற்றுமை வேற்றுமைகளை மேலே காட்டிய சோதனைகளிலிருந்தும் குணங்களிலிருந்தும் தாரதரித்துப்பார்.

பாஷாணசஜம், பாஷாணிகஜம், பாஸ்வரிகஜம் இவைகளைத் தராதரித்துக் காட்டுஞ் சோதனைகள்

பிரதிகாரகம்	பாஷாணசஜம்	பாஷாணிகஜம்	பாஸ்வரிகஜம்
இரஜத-பாக்கிய மிகஜ விலயனம் ($AgNO_3$)	மஞ்சள்-அவபதிதம் (Ag_3AsO_3)	கருஞ்சிவப்பு அவபதிதம் (Ag_3AsO_4)	மஞ்சள் அவபதிதம் (Ag_3PO_4)
தாமிர-கந்தகி கஜ விலயனம் ($CuSO_4$)	பச்சை அவபதிதம் ($CuH\ AsO_3$) ஸோடா-க்ஷார விலயனத்திற் கரையும்; கொதிக்கவிடச் சிவப்பு அவபதிதம் (Cu_2O) உண்டாகும்	நீல அவபதிதம் ($CuHAsO_4$) ஸோடா-க்ஷார விலயனத்தில் கரையும்; கொதிக்கவிட, மாறுபாடேற்படாது	நீல அவபதிதம் ($CuHPO_4$) ஸோடா-க்ஷார விலயனத்தில் கரையும்; கொதிக்கவிட, மாறுபாடேற்படாது
பாடலக விலயனம் அல்லது பொட்டாஸிய-பரமாங்கனிகஜ விலயனம்	ஊதாநிறம் அழியும்	நிறமாறுபாடு ஏற்படாது	நிறமாறுபாடு ஏற்படாது
மாக்னீஸியா மிச்ரம்	அவபதிதம் உண்டாகாது	வெண்மை அவபதிதம்	வெண்மை அவபதிதம்
விலயனத்தை அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தால் அமிலித்து அப்ஜனக-கந்தகையைச்செலுத்து	உடனே மஞ்சள் அவபதிதம் (As_2S_3) உண்டாகும்	சூடாக்கினால் அவபதிதம் மெதுவாக உண்டாகும்	மாறுபாடு ஒன்றும் ஏற்படாது

பிரதிகாரகம்	பாஷாணசஜம்	பாஷாணிகஜம்	பாஸ்வரிகஜம்
கரிக்குழியில் வைத்துச் சூடு செய்ய	உள்ளிமண முள்ள அடர்ந்த வெள்ளைப் புகை வெளிவரும்	உள்ளி மண முள்ள அடர்ந்த வெள்ளைப் புகை வெளிவரும்	விசேஷ மான மாறு பாடு ஒன்றுந் தோன்றாது
உப்பு + Na_2CO_3 + கரிப்பொடி- இக்கலவையை சோதனைக் குழாயில் சூடு செய்ய	பளபளப்பாய்ப் பாஷாணம் படியும்	பளபளப்பா ய்ப் பாஷாணம் படியும்	மாறுத லேற்படாது
விலயனம் + பாக்கியகாமிலம் + அமோனிய- மாலிப்டிகஜ விலயனம்	மாறுபாடு ஏற் படாது	சூடு செய்தபின் மஞ்சள் அவபதிதம் உண்டாகும்	வெகுவாக, மஞ்சள் அவபதிதம் உடனே தோன்றும்; இளஞ்சூடு காட்டச் செறிந்து படியும்

பாஷாண-கந்தகைகள் (Sulphides of Arsenic)

மூன்று பாஷாண கந்தகைகளுள. அவையாவன :—

(1) மனோசிலை (பாஷாண-துவி-கந்தகை) As_2S_2 (Realgar)

(2) தாளகம் அல்லது அரிதாரம் (பாஷாண-த்ரி-கந்தகை) As_2S_3 (Orpiment)

(3) பாஷாண-பஞ்ச-கந்தகை As_2S_5 (Arsenic penta-sulphide)

பாஷாண-துவிகந்தகை அல்லது மனோசிலை AS_2S_2 (Realgar)

இக்கந்தகை பூமியிலகப்படுகிறது. கணக்காக (உரிய விகிதத்தில்) பாஷாணத்தையுங் கந்தகத்தையுஞ் சேர்த்துச் சூடு செய்தாவது அல்லது இரும்புகந்தகசிலையையும் பாஷாண-இரும்புகந்தகசிலையையுஞ் சேர்த்துச் சூடு செய்தாவது இதைத் தயாரிக்கலாம்.

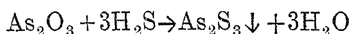


$$2FeS_2 + 2FeSAs \rightarrow 4FeS + As_2S_2$$

குணங்கள் :—பாஷாண-துவி-கந்தகை சிவந்த ஸ்படிகங்களாக உள்ள பொருள். அதன் திண்மை 3 5. முன்னாளில் அதை ஒரு வர்ணப்பொருளாய் உபயோகித்துவந்தனர். மனோசிலை, கந்தகம், வெடியுப்பு இம்மூன்றுஞ் சேர்ந்த கலவையை வங்காள-மத்தாப்பு தயார் செய்வதில் உபயோகிக்கிறார்கள். அக்கலவை எரிந்து பாஷாண-த்ரி-பிராணையாகவும் கந்தக-துவி-பிராணையாகவும் மாறும். தோலைப் பதனிடும் முறையிலும் அது பயன்படுகிறது.

பாஷாண-த்ரி-கந்தகை As_2S_3 (Orpiment or Arsenic Trisulphide)

அதற்குத் தாளகமென்றும் அரிதாரம் என்றும் பெயர். மஞ்சள்நிறமுள்ள ஸ்படிகங்களாக அது பூமியிலகப்படுகிறது. (1) உரிய தனிப்பொருள்களை வேண்டிய அளவிற் சேர்த்துச் சூடுசெய்து அதைத் தயாரிக்கலாம். (2) பாஷாணச்சரக்குகளுள்ள விலயனங்களை அமிலித்து அவ்விலயனத்தின் வழியே அப்ஜனக-கந்தகையைச் செலுத்த, மஞ்சள் நிறமுள்ள பாஷாண-த்ரி-கந்தகை அவபதிக்கும்.



$$As_2O_3 + 3H_2S \rightarrow As_2S_3 \downarrow + 3H_2O$$

பாஷாண-த்ரி-பிராணை கரைந்த தண்ணீர் விலயனத்தில் அப்ஜனக-கந்தகையைச் செலுத்த, விலயனம் மஞ்சள் நிறமாக மாறுமே ஒழிய அவபதிதம் ஏற்படாது. விலய

னத்தை வடிகட்ட, வடிதிரவமும் மஞ்சள் நிறமாயிருக்கும். வடிதாளின்மேல் திடப்பொருள் ஒன்றுந் தங்கிநிற்காது. ஆனால் அத்திரவத்துடன் அமிலத்தையாவது, உப்பு விலயனத்தையாவது சேர்க்க உடனே பாஷாண-த்ரி-கந்தகை அவபதித்துவிடும். ஏன்? முதலில் பாஷாண-த்ரி-கந்தகை கோழைஸ்திதியில் (Colloidal state) இருந்தது. நுண்ணிய துளிகளாக இருந்ததுபற்றியே அது கரைந்ததுபோல் தோன்றியது. மஞ்சள் நிறமுள்ள திரவம் உண்மை விலயனமல்ல. அது ஒரு போலி விலயனம் (Pseudo-solution). அது போலி விலயனந்தான் என்பதை எளிதில் நிரூபித்துக்காட்டலாம். ஸோடிய-க்ரோமிகஜத்தையெடுத்து, சுத்தமான தண்ணீரிற் கரைத்து விலயனத்தின் மஞ்சள் நிறம் மேற்கண்ட பாஷாண-த்ரி-கந்தகையுள்ள போலி விலயனத்தின் மஞ்சள்நிறத்திற்கொத்த நிறத்தை அடையும்வரை நீர்க்கச்செய்யவும். இது ஓர் உண்மை விலயனம். இரண்டு மஞ்சள் நிறமுள்ள திரவங்களையும் துண்டுதுண்டாகக் கண்ணாடிப்போகணிகளிலெடுத்து, ஒளிப்பட தீபத்தை (Magic-lantern) எரியவிட்டு ஒளிச்சடைக்கு முன்னால் திரவங்களைவைத்துச் சோதித்துப்பார். உண்மை விலயனத்தில் ஒளி செல்லுவது காணப்படமாட்டாது. போலி விலயனத்தில் ஒளி செல்லும் பாதை நன்கு புலப்படும். அங்கு சிறிய தூசிகள்போன்ற வஸ்துக்கள் கூத்தாடுவதையும் பார்க்கலாம். உண்மை விலயனங் கொடுக்கும் பொருள்களுக்கு "ஸ்படிக வஸ்துக்கள்" (Crystalloids) என்றும், போலி விலயனங்களைக் கொடுக்கும் பொருள்களுக்கு "கோழை வஸ்துக்கள்" (Colloids) என்றும் பெயர். அவைகளின் குணதிசயங்களைப்பற்றி சிலகிகாமிலத்தைப்பற்றிக் கூறுமிடத்துப் பின்னால் விரிவாய் உரைப்போம்.

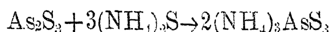
பாஷாண-த்ரி-கந்தகை, சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்திற் கரையாதென்று முன்பே குறித்திருக்கிறோம் (பக்கம் 776). ஆனால் அது க்ஷார விலயனங்களிலும் நிற

மற்ற அமோனிய-கந்தகை விலயனத்திலும் மஞ்சள் அமோனிய-கந்தகை விலயனத்திலும் அமோனிய-இங்காலிகஜ விலயனத்திலுங் கரையும். (i) க்ஷார விலயனத்திற் கரையும்பொழுது, பாஷாணசஜமும் கந்தகோ-பாஷாணசஜமும் (thioarsenite) உண்டாகும்.



$$As_2S_3 + 6NaOH \rightarrow Na_3AsO_3 + Na_3AsS_3 + 3H_2O$$

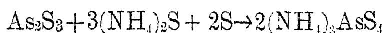
(ii) அது க்ஷார-கந்தகை விலயனங்களிற் கரைய, கந்தகோ-பாஷாணிசஜமுண்டாகும்.



$$As_2S_3 + 3(NH_4)_2S \rightarrow 2(NH_4)_3AsS_3$$

அமோனிய-கந்தகோ-பாஷாணசஜம்
(ammonium thioarsenite)

(iii) அது க்ஷார-பஹு-கந்தகை விலயனங்களிற் கரைய, கந்தகோ-பாஷாணிகஜமுண்டாகும்.

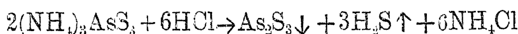


$$As_2S_3 + 3(NH_4)_2S + 2S \rightarrow 2(NH_4)_3AsS_4$$

அமோனிய-கந்தகோ-பாஷாணிகஜம்
(ammonium thioarsenate)

கந்தகோ-பாஷாணசஜங்களும் கந்தகோ-பாஷாணிகஜங்களும் முறையே பாஷாணசஜங்களுக்கும் பாஷாணிகஜங்களுக்கும் ஒத்தவை. கடைசியிற் கூறிய வஸ்துக்களிலுள்ள பிராணவாயுவிற்குப் பதிலாக கந்தகத்தை அமைக்க, முதலிற் கூறிய வஸ்துக்கள் உண்டாகிவிடும்.

கந்தகோ-பாஷாணசஜ விலயனத்துடன் அமிலத்தைச் சேர்க்க, பாஷாண-த்ரி-கந்தகை அவபதிக்கும்; அப்ஜனக-கந்தகை வெளியேறும்.



$$2(NH_4)_3AsS_3 + 6HCl \rightarrow As_2S_3\downarrow + 3H_2S\uparrow + 6NH_4Cl$$

கந்தகோ-பாஷாணிகஜ விலயனத்துடன் அமிலத்தைச் சேர்க்க, பாஷாண-பஞ்ச-கந்தகை அவபதிக்கும்; அப்ஜனக-கந்தகை வெளியேறும்.



$$2(NH_4)_3AsS_4 + 6HCl \rightarrow As_2S_5\downarrow + 3H_2S\uparrow + 6NH_4Cl$$

க்ஷார-லோக, க்ஷார-மண்-உலோக, மாக்னீஸிய கந்தகோ-பாஷாணசஜங்கள் தண்ணீரிற் கரைபவை. ஆனால் விலயனத்தைக் கொதிக்கவிட அவை விபாகிக்கும்.

H_3AsS_3, H_3AsS_4 என்ற கந்தகோ-பாஷாணசாமிலமும் (Thioarsenious acid) கந்தகோ-பாஷாணிகாமிலமும் (Thioarsenic acid) தனி நிலையில் இதுவரை தயாரிக்கப்படவில்லை.

பாஷாண-பஞ்ச-கந்தகை As_2S_5 (Arsenic Pentasulphide)

உரிய தனிப்பொருள்களை வேண்டிய அளவில் எடுத்துச் சூடுசெய்தாவது, பாஷாண-த்ரி-கந்தகையையும் கந்தகத்தையும் வேண்டிய அளவில் எடுத்துச் சூடுசெய்தாவது அதைத் தயாரிக்கலாம். கந்தகோ-பாஷாணிகஜ விலயனத்துடன் அமிலத்தைச் சேர்க்க, அது அவபதிக்குமென்றும் சற்று முன்பு கண்டோம்.

குணங்கள் :— பாஷாண-பஞ்ச-கந்தகை வெளுத்த மஞ்சள்நிறமுள்ள திடப்பொருள். அதைச் சூடுசெய்ய அது உத்பதிக்கும். அது ஸோடிய-கந்தகையிற் கரைந்து, ஸோடிய-கந்தகோ-பாஷாணிகஜமாக மாறும்.



$$As_2S_5 + 3Na_2S \rightarrow 2Na_3AsS_4$$

க்ஷார விலயனங்களிலும் அது கரைந்து பாஷாணிகஜத்தையும் கந்தகோ-பாஷாணிகஜத்தையுங் கொடுக்கும்.



$$4As_2S_5 + 24KOH \rightarrow 3K_3AsO_4 + 5K_3AsS_4 + 12H_2O$$

ஏதேனுமொரு கந்தகோ-பாஷாணிகஜத்தை அமிலிக்க, கந்தகோ-பாஷாணிகாமிலம் H_3AsS_4 உண்டாகும். சுத்தநிலையில் அப்பொருள் நிலையுள்ளதல்ல. அது எளிதில் விபாகித்துவிடும்.



$$2H_3AsS_4 \rightarrow As_2S_5 + 3H_2S$$

அஞ்சனம் (Antimony)

சின்னம் Sb. பரமாணுபாரம் 121·76.
அணுபாரம் 121·76 (1800°-ல்)

சரித்திரம் :—ஸௌவீராஞ்சனம் (Stibnite) என்னும் பொருள் வெகுகாலத்திற்கு முன்பே நம் தேசத்தில் ஒரு மருந்துச் சரக்காகவும் புருவங்களைக் கறுப்பாக்கும் பொருட்டு ஒரு அஞ்சனமாகவும் (மை) உபயோகிக்கப் பட்டுவந்தது. 'பழைய ஏற்பாட்டில்' (Old Testament) "ஸ்டிபியம்" (Stibium) என்ற பெயர் அப்பொருளைக் குறிக்கிறது. பெண்மக்கள் தங்கள் புருவங்களை அழகு செய்துகொள்ளுவதற்கு அதை உபயோகித்தனரென்று அதிற் குறிக்கப்பட்டிருக்கிறது. 'ஸ்டிபியம்' என்ற வார்த்தையிலிருந்தே அதற்கு Sb என்ற சின்னம் வந்தது. ஓர் அராபியக் கவி சுமார் ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன் கூறுகிறார் :—'உன் நிகரற்ற விழிக் கருப்பின் சோதி முன் குஹ்லின் (Stibnite) ஆழ்ந்த கருப்பும் (வெட்கத்தால்) வெளுத்து மங்கிக்கிடக்காதோ!' நமது முன்னோர்களால் அஞ்சனம் தயாரிக்கப்பட்டதாகச் சில நூல்களிலிருந்து வெளியாகிறது. ரஸரத்னஸமுச்சயம் என்ற நூலில் அதைத் தயாரிக்கும் முறையைப் பின்வருமாறு வர்ணிக்கிறார். "நீலாஞ்சனத்தையும் (Sb_2S_3) தீக்ஷ்ணம் என்று சொல்லப்படும் வார்ப்பிரும்பையும் பலதடவை கடுந்தீ கொண்டு சூடுசெய்ய, எளிதில் உருகுகிற இலேசான கறுப்பு நிறமுள்ள ஓர் உயர்தாஈயம் (வர-நாகம்) உண்டாகிறது." அவ்வுயர்தாஈயம் அஞ்சனந்தான் என்பதிற் சந்தேகமில்லை. 18-ம் நூற்றுண்டின் கடைசியில், அஞ்சனத்தைப்பற்றியும் அதன் சேர்க்கைப் பொருள்களைப்பற்றியும் கவனமாக மேல் நாட்டார்கள் ஆராய்ச்சி செய்யலாயினர். ஜெர்மனி தேசத்தில் வசித்த பேஸில்வாலெண்டைன் என்பவர் 'அஞ்சனத்தின் வெற்றித்தேர்' (The Triumphant Chariot of Antimony) என்ற புத்தகத்தில் அஞ்சனப் பொருள்களைத்

தயாரிக்கும் முறைகளைப்பற்றியும், அவைகளின் குணங்களைப்பற்றியும்—இன்னும் மனோரதியமான சில குணங்களைக் கற்பித்து அவைகளைப்பற்றியும்—எழுதியிருக்கிறார்.

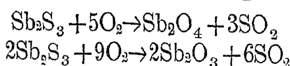
சம்பவம் :—தனியாகவே அஞ்சனம் சில இடங்களில் அகப்படுகிறது. அதன் முக்கிய கனிஜங்களாவன :—

1.	அஞ்சனப்பூ (Antimony bloom)	Sb_2O_3
2.	அஞ்சனக்காவிக்கல் (Antimony ochre)	Sb_2O_4
3.	ஸௌவீராஞ்சனம் (Stibnite)	Sb_2S_3
4.	செவ்வாஞ்சனம் (Antimony blende)	Sb_2S_2O
5.	ஸெனார்மொனைட் (Senormonite)	Sb_2O_3
6.	வாலெண்டினைட் (Valentenite)	Sb_2O_3

இவற்றுள் முக்கியமானது ஸௌவீராஞ்சனமே. அது நம்நாட்டில் ஸிந்துநதிப் பிரதேசங்களிலகப்படுகிறது.

தயாரித்தல் :—ஸௌவீராஞ்சன கனிஜத்தை துவாரமுள்ள சட்டிகளிற் சூடு செய்ய, அஞ்சன-த்ரி-கந்தகை உருகிக் கீழே வடியும். மண் முதலிய அசுத்தங்கள் பானையிலேயே தங்கிவிடும். (1) சுத்தி செய்த கந்தகையை இரும்புத்தூளுடன் கலந்து மூசையிற் சூடு செய்ய, அயச-கந்தகை மலினமாக உருகிய அஞ்சனத்தின்மேல் மிதக்கும். அதை விலக்கி விட்டு அஞ்சனத்தை அடையலாம் $Sb_2S_3 + 3Fe \rightarrow 3FeS + 2Sb$ (ரஸரத்னஸமுச்சயத்தினுள்ள முறையுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்க).

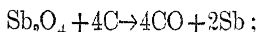
(2) அல்லது சுத்திசெய்த கந்தகையைக் கரியுடன் சேர்த்துப் புடமிட அஞ்சன பிராணைகளுண்டாகும்.



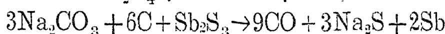
$$Sb_2S_3 + 5O_2 \rightarrow Sb_2O_4 + 3SO_2$$
$$2Sb_2S_3 + 9O_2 \rightarrow 2Sb_2O_3 + 6SO_2$$

அதிற் சிறிதளவு த்ரி-பிராணை புகைக்குழாயிற் படியும். Sb_2O_4-உம், விகாரிக்காத கந்தகையுந் தங்கி நிற்கும். அக்கந்தகையையும் அப்பிராணையையும் இன்னுங் கொஞ்சங் கரி

யுடனும் ஸோடா உப்புடனுஞ் சேர்த்துச் சூடுசெய்ய, இங்கால-ஏக-பிராணையும் ஸோடிய-கந்தகையும் அஞ்சனமும் உண்டாகும்.



$$Sb_2O_4 + 4C \rightarrow 4CO + 2Sb;$$



$$3Na_2CO_3 + 6C + Sb_2S_3 \rightarrow 9CO + 3Na_2S + 2Sb$$

அஞ்சனத்தை மறுபடியும் சிறிதளவு வெடியுப்புடன் சேர்த்துச் சூடு செய்ய, கந்தகம், பாஸ்வரம், பாஷாணம் முதலிய அசுத்தங்கள் யாவும் பிராணிகரிக்கப்பட்டு விலகும். சுத்தமான அஞ்சனமே நிற்கும்.

தோற்ற பேதம் :—அஞ்சனம் தோற்ற பேதத்தைக் காட்டுந் தனிப்பொருள். நான்குவகை அஞ்சனங்களுள. அவையாவன :—

1. வெண்ணிற அல்லது உலோக-அஞ்சனம் (Metallic antimony) : அதுதான் சாதாரணமான வகை. அது வெள்ளிபோல் பளபளப்பும் ஸ்படிக வடிவமுங் கொண்டது. அது எளிதிற் பொடியாக்கப்படத்தக்கது. அதை உஷ்ண மின்சார வாஹி என்றே சொல்லவேண்டும். அதன் திண்மை 6·7; உருகுநிலை 630·6°ச: கொதிநிலை 1380°ச.

2. மஞ்சளஞ்சனம் (Yellow-Antimony): அது நிலையற்ற பொருள். அஞ்சன-அப்ஜனகையை ஹரிதகத்துடனாவது ஓஸோனுடனாவது 100°ச-ல் விகாரிக்கச்செய்ய அம்மஞ்சள்நிற அஞ்சனம் உண்டாகும். குறைந்த உஷ்ண நிலையிலுங்கூட அது எளிதிற் கறுத்துவிடும். மஞ்சள் பாஸ்பரம்போலும் மஞ்சள் பாஷாணம் போலும் கரிகந்தகத்திராவகத்தில் அது சிறிதளவு கரையும். ஆனால் அது ஸ்படிக வடிவற்றது.

3. கரு அஞ்சனம் (Black Antimony): திரவக் காற்றுற் குளிர்விக்கப்பட்ட தகடுகளில் அஞ்சன ஆவியைப் படியச் செய்தாலும் அஞ்சன-அப்ஜனகையை

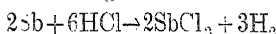
—40°ச-ல் பிராணவாயுவுடன் விகாரிக்கச் செய்தாலும் கறுப்பு நிறமுள்ள அஞ்சனமுண்டாகும். அது ஸ்படிக வடிவற்றது. சாதாரண அஞ்சனத்தைவிட அதற்கு ரஸாயன வீரியமதிகம். சூடு செய்ய, சாதாரண வகையாக அது மாறும்.

4. வெடி அஞ்சனம் (Explosive Antimony) : சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்திற் கரைத்த அஞ்சன-த்ரி-ஹரிதகையை மின்சாரவியோகத்திற்குள்ளாக்க, ருணதுருவத்தில் அஞ்சனம் படியும், அதனுடன் சிறிது ஹரிதகையுஞ் சேர்ந்திருக்கும். அதை 125°ச-க்குச் சூடு செய்தாலும் அல்லது அடித்தாலும், அல்லது சூடான கோலால் கீறினாலும் அது வெடியுடன் ஸ்படிக வகையாக மாறி அஞ்சன-ஹரிதகைப் புகையை வெளிவிடும். அதன் திண்மை 5·8.

அஞ்சனம் நொறுங்குந் தன்மையுள்ள நீல வெள்ளை நிறமுள்ள உலோகம். அது காற்றுக்கும் ஈரத்துக்கும் வாடிக்கையாய் மாறாது. ஆயினும் காற்றில் காய்ச்சினால் அது எரிந்து வெண் புகையாய் மாறும் ($Sb_2O_3 + Sb_2O_4$). இவ்வுலோகத்துண்டை கரியில் வைத்து ஊது துருத்தி கொண்டு சூடிட, அது பற்றி எரியும். சுடரை அதனின்று எடுத்தும் எரிதல் நிற்பதில்லை. உருகிய மணியை, ஓரங்களைத் தூக்கி நிறுத்தப்பட்ட காகிதத்தின் மேல் ஊற்ற, அநேகம் சிறுசிறு உண்டைகளாக நாலா பக்கமும் சிதறும்; ஒவ்வொருருண்டையும் வெண்புகை வால் விட்டெரியும். காகிதத்தின்மேல் விநோதமான கருங்கோடுகளைக் காணலாம். இது ஒரு சிறப்பான சோதனை.

குணங்கள் :—ஹரிதக இனங்களுடன் அது வீரியத்துடன் விகாரித்து ஐக்கியமாகும். விகாரத்தில் ஒளி தோன்றுமென்று முன்பே ஹரிதகத்தின் அடியிற் குறித்துள்ளோம். கந்தகம், பாஸ்வரம், பாஷாணம் முதலியவைகளுடனும் அது ஐக்கியமாகும். அது நீரிட்ட அமிலங்களால் தாக்கப்படுவதில்லை. ஆனால் சுண்டின அமிலங்

களுடன் அதைக் கொதிக்கவிட அது கரைந்து உரிய அமிலஜங்களாக மாறும்.



$$2Sb + 6HCl \rightarrow 2SbCl_3 + 3H_2$$



$$2Sb + 6H_2SO_4 \rightarrow Sb_2(SO_4)_3 + 3SO_2 + 6H_2O$$

அஞ்சன-கந்தகிகஜம் நிலையற்ற பொருள். அஞ்சனத்தை நீரிட்ட பாக்கியகாமிலத்துடன் கொதிக்கவிட நிலையற்ற அஞ்சன-பாக்கியமிகஜமுண்டாகி அது விபாகித்து அஞ்சன-த்ரி-பிராணையாய் மாறும். சுண்டின பாக்கியகாமிலத்துடன் அது விகாரிக்க, அஞ்சன-பஞ்ச-பிராணையாவது அல்லது அதற்குரிய அமிலமாவது உண்டாகி ஒரு வெண்மையான பொருளாகத் தோன்றி அவபதித்து நிற்கும். நீராவி அதைத் தாக்கிப் பிராணீகரிக்கும்.

ராஜ நீரில் அது கரைந்து அஞ்சன-ஹரிதகையாய் மாறும்.

அணு சங்கேதம் :—1400°ச-க்குக் குறைவான நிலையில் Sb_3 அணுவாகவும் 1640°ல் Sb_2 அணுவாகவும் 2000°ல் Sb அணுவாகவும் அஞ்சனம் இருக்கும். அதன் பரமாணு பாரம் 121·76.

உபயோகங்கள் :—பல உலோகக் கலவைகளைச் செய்ய அஞ்சனம் உபயோகிக்கப்படுகிறது. உருகிய அஞ்சனம் திட ஸ்திதிக்கு வரும்பொழுது பருமனில் சிறிதளவு கூடுதலேற்படுவதால் அதைக்கொண்டு நல்ல அச்சுக்கள் தயாரிக்கலாம்.

அஞ்சனஞ்சேர்ந்த சில உலோகங்களைக் கீழே குறிப்போம் :—

1. அச்சு-உலோகம். (Type-metal) Pb 75, Sn 5, Sb 20.
2. வார்ப்பு அச்சு-உலோகம் (Stereotype metal) Pb 112, Sn 3, Sb 18.
3. வரி-அச்சு-உலோகம் (Linotype metal) Pb 83·5, Sn 3, Sb 13·5.

4. ஏக-அச்சு-உலோகம் (Monotype metal) Pb 80, Sn 5, Sb 15.

5. ஆங்கில-உலோகம் (Britannia metal) Cu 3, Sn 140, Sb 7.

6. கல்லீயம் அல்லது ப்யூடர் (கஞ்சக்கலவை) உலோகம் (Pewter) Sn 89·3, Cu 1·8, Sb 7·1.

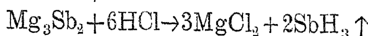
7. தேயா-உலோகம் (Bearing-metal) Pb 60, Sn 20, Sb 20.

8. வெள்ளை-உலோகம் (White-metal) Sn 85, Cu 5, Sb 10.

அஞ்சன-த்ரி-கந்தகை, ரப்பரை வல்கனேஸ் செய்ய உபயோகிக்கப்பட்டு வருகிறது. அஞ்சன-த்ரி-கந்தகை, வெடியுப்பு, கந்தகம் என்பவை சேர்ந்த கலவையைக் கொளுத்திவிட நீலஜ்வாலை காணப்படும் (மத்தாப்பு). நெருப்புக்குச்சி தயாரிக்கும் தொழிற்சாலையிலும் அது உபயோகிக்கப்படுகிறது. அஞ்சன-த்ரி-பிராணையை, யாளி விதை எண்ணெயுடன் சேர்த்து ஒரு பூச்சாக உபயோகிக்கிறார்கள். பீங்கான், கண்ணாடி தயாரிப்பதிலும் அது பயன்படுகிறது. அஞ்சனமும் பிஸ்மதமும் "உஷ்ண இணை" (Thermo-couple) தயாரிக்க உபயோகிக்கப்படுகின்றன. அஞ்சனக் கலவைகள் மருந்துகளுள் சற்று பிரதானம். அளவுக்கு மிஞ்சினால் படுநஞ்சு.

அஞ்சன-அப்ஜனகை
(Antimony Hydride or Stibine)

தயாரித்தல் :—அஞ்சனைகளை நீரிட்ட அமிலங்களுடன் சேர்க்க, அஞ்சன-அப்ஜனகை யுண்டாகும். மாக்னீஸியத்தையும் அஞ்சனத்தையும் சேர்த்துச் சூடுசெய்வதிலிருந்துண்டாகும் மாக்னீஸிய-அஞ்சனை ($Mg_3Sb)_2$ யின்மேல், நீரிட்ட அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தைச் சேர்க்க, சுத்தமான அவ்வாயு வெளியேறும்.



$$Mg_3Sb_2+6HCl \rightarrow 3MgCl_2+2SbH_3\uparrow$$

2. பாஷாண-அப்ஜனகையைத் தயாரித்த முறைகளுக்கு ஒப்பான முறைகளில் அஞ்சன-அப்ஜனகையையும் தயாரிக்கலாம். அந்த அஞ்சனஞ் சேர்ந்த பொருளையும் ஜனித அப்ஜனகத்துடன் விகாரிக்கச் செய்ய, அது உண்டாகும். இங்கு, அப்ஜனகத்தை அமிலத்திலிருந்தே தயாரித்து உபயோகிக்கவேண்டும். க்ஷாரவிலயனத்திலிருந்து உண்டாகும் ஜனித அப்ஜனகம் பிரயோசனப்படாது (பாஷாண-அப்ஜனகையிலிருந்து வித்தியாசம்). இம்முறையில் வெளிவரும் வாயுவை (அஞ்சன-அப்ஜனகை + அப்ஜனகம்) பனிக்கட்டியும் உப்புஞ் சேர்ந்த உறைமிச்ரத்தில் குளிர்விக்கப்பட்ட '**U**' குழாயிற் செலுத்த, அஞ்சன-அப்ஜனகை திரவப்பொருளாக மாறித் தங்கும்; அப்ஜனகம் வெளியேறிவிடும்.

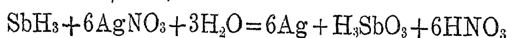
குணங்கள் :—அஞ்சன-அப்ஜனகையின் குணங்கள் பாஷாண-அப்ஜனகையின் குணங்களையொத்தவை. அது ஒரு நிறமற்ற துர்நாற்றமுடைய விஷத்தன்மையுள்ள வாயு; அதைத் திரவமாகவும் திடப்பொருளாகவும் மாற்றலாம். கொதிநிலை —17°ச, உருகுநிலை —88°ச. பாஷாண-அப்ஜனகையைவிட அது குறைந்த நிலையுள்ளது. சூடான குழாயில் அதைச் செலுத்த, அது அஞ்சனமாகவும் அப்ஜனகமாகவும் விபாகிக்கும்; அஞ்சனம் பளபளப்பான தூளிகளாகப் படியும். பாஷாண-அப்ஜனகையைச் சோதித்தது போல், அஞ்சன-அப்ஜனகையையும் மார்ஷ் முறைப்படி சோதிக்கலாம். ஆனால் அங்கு பீங்கான் மூடியிற் படியும் அஞ்சனம் ஸோடிய-உப-ஹரிதசஜவிலயனத்திலாவது சலவைச்சூரண விலயனத்திலாவது கரையாது. இக்குணத்தைக்கொண்டு பாஷாணத்தையும் அஞ்சனத்தையும் பகுத்தறியலாம். இன்னும் இங்ஙனம் படிந்த அஞ்சனம் வீரிய சிஞ்சிகாமிலவிலயனத்தில் கரையும். பாஷாணம் அவ்விலயனத்திற் கரையாது. இங்ஙனம் படிந்த புள்ளியுடன் சிறிதளவு மஞ்சள் அமோனிய-கந்தகை விலயனத்தைச் சேர்த்து இளஞ் சூடு காட்டி வற்றவைக்க, கிச்சிலி

நிறந் தோன்றும் (Sb_2S_3). அவ்வாயு தண்ணீரிற் கரையாது; ஆனால் ஈதர், பெட்ரோல், கரிகந்தகத்திராவகம் போன்ற சில சேதனத் திராவணங்களில் வெகு எளிதிற் கரையும். அது காற்றிலெரியும். அங்ஙனம் எரியும்பொழுது தண்ணீரும் அஞ்சன-த்ரி-பிராணையுமுண்டாகும். இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்தில், வாயுவைச் செலுத்த, இரஜத-அஞ்சனையும் (Silver antimonide) சிறிதளவு இரஜதமும் அவபதிக்கும். (பாஷாண-அப்ஜனகையிலிருந்து வித்தியாசம்).



$$SbH_3 + 3AgNO_3 \longrightarrow Ag_3Sb + 3HNO_3$$

இரஜத-அஞ்சனை அதிகமாயிருக்கும் இரஜத-பாக்கிய மிகஜத்தைத் தொட்டு நிற்க இரஜதமாகவும் அஞ்சன-த்ரி-பிராணையாகவும் மாறிவிடும்.



$$SbH_3 + 6AgNO_3 + 3H_2O = 6Ag + H_3SbO_3 + 6HNO_3$$

பாஷாணத்திற்கும் அஞ்சனத்திற்குமுள்ள வேறுபாட்டைக் கவனிக்கவும். பாஷாணம் முழுதும் வடி திரவத்திற் கரைந்து நிற்கும்; அஞ்சனம் முழுவதும் அவபதிதமாகக் கரையாது நிற்கும்.

அஞ்சனைகளை நேர் ஸம்யோக முறையாற்றயாரிக்கலாம். சில அஞ்சனைகள் பூமியிலகப்படுகின்றன. அவை பாஷாணைகளையொத்த குணமுடையவை.

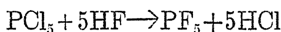
அஞ்சனமும் ஹரிதக இனங்களுஞ் சேர்ந்த பொருள்கள்

அஞ்சனம் லவணஜனகங்களுடன் நேரே ஸம்யோகிக்கும். அடியிற்கண்ட பொருள்கள் நன்கு தெரிந்தவை.

	SbF_3	$SbCl_3$	$SbBr_3$	SbI_3	SbF_5	$SbCl_5$
உருகுநிலை	—	73°	96°	167°	—	—6°
கொதிநிலை	292°?	230°	275°	400°	150°	140° விபாகக்கும்

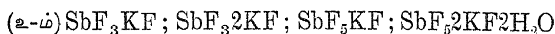
அஞ்சன-த்ரி-பிராணேயை அப்ஜ-காசாதிகாமிலத்திற் கரைத்து, அவ்விலயனத்தை வற்றவைக்க, அஞ்சன-த்ரி-காசாதை SbF_3 (Antimony Trifluoride) நிறமற்ற தெளிவான பொருளாக வெளிவரும். அது காற்றில் புகைவதில்லை. அது தண்ணீரிற் கரைந்து தெளிவான விலயனத்தைக் கொடுக்கும்.

நேர் ஸம்யோக முறையால் அஞ்சன-பஞ்சகாசாதையை SbF_5 (Antimony Pentafluoride) தயாரிக்கலாம். அல்லது அஞ்சன-பஞ்ச-ஹரிதகையை ஈரமற்ற அப்ஜனக-காசாதைத் திரவத்துடன் கொதிக்கவிட்டுச் சில தினங்களுக்குப் பிறகு, பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல் முறையால் அதைப் பிரித்து எடுக்கலாம்.



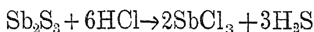
$$PCl_5+5HF \rightarrow PF_5+5HCl$$

அது ஒரு நிறமற்ற கனமான திரவம்; அது தண்ணீரிற் கரையும். அதன் கொதிநிலை 150°ச. மேற்கூறிய இரண்டு காசாதைகளும் மற்ற காசாதைகளுடன் சேர்ந்து அமிலஜச் சேர்க்கைகளைக் கொடுக்கும்.



(உ-ம்) SbF_3KF ; SbF_32KF ; SbF_5KF ; SbF_52KF2H_2O

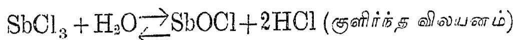
அஞ்சன-த்ரி-ஹரிதகை $SbCl_3$ (Antimony Trichloride) சூடான அஞ்சனத்தின் மேல் ஹரிதகத்தைச் செலுத்துங்கால் உண்டாகும். அல்லது, அஞ்சன-த்ரி-பிராணேயையாவது, த்ரி-கந்தகையையாவது சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் சூடு செய்து வற்றவைத்தும் அதைத் தயாரிக்கலாம்.



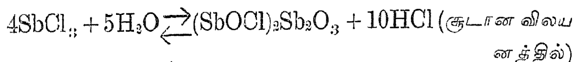
$$Sb_2S_3+6HCl \rightarrow 2SbCl_3+3H_2S$$

அது மிருதுவான ஸ்படிகக்கட்டிகளாகத் தோன்றும் பொருள். அதன் மிருதுத்தன்மையையொட்டியே, அதற்கு அஞ்சன வெண்ணெய் (Butter of antimony) என்று பெயர் வந்தது. விஷம்! (அதன் உருகு நிலை 73°ச, கொதிநிலை 223°ச). சிறிதளவு தண்ணீரில் அது கரைய,

தெளிவான விலயனம் உண்டாகும். தண்ணீரை அதிகமாகச் சேர்க்க, அவ்விலயனம் பால்போல் வெளுக்கும். நீர்வியோகமேற்படுவதில் $SbOCl$, $(SbOCl)_2Sb_2O_3$ என்ற இரு பொருள்களுமுண்டாகும்.



$$SbCl_3 + H_2O \rightleftharpoons SbOCl + 2HCl$$ (குளிர்ந்த விலயனம்)



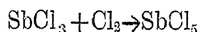
$$4SbCl_3 + 5H_2O \rightleftharpoons (SbOCl)_2Sb_2O_3 + 10HCl$$ (சூடான விலயனத்தில்)

விலயனத்தைக் கொதிக்கவிட, நீர்வியோகம் முற்றிலும் ஏற்பட்டுவிடும்.



$$(SbOCl)_2Sb_2O_3 + H_2O \rightarrow 2Sb_2O_3 + 2HCl$$

அஞ்சன-பஞ்ச-ஹரிதகை $SbCl_5$ (Antimony Pentachloride) ஹரிதகத்தை அஞ்சன-த்ரி-ஹரிதகையிற் செலுத்த, உண்டாகும். அல்லது அஞ்சனத்தை அதிக ஹரிதகத்தில் எரித்தும் அதைத் தயாரிக்கலாம்.



$$SbCl_3 + Cl_2 \rightarrow SbCl_5$$

அது நிறமற்ற (கடைச்சரக்கு மஞ்சள் நிறமுள்ளதாயிருக்கும்) புகையுந் திரவம். அதைக் குளிரவிட்டு, ஸ்படிக ஸ்திதியிலடையலாம். அதன் உருகுநிலை-6°ச. சூட்டில் அது பாஸ்வர-பஞ்ச-ஹரிதகைபோல் வியோகவிசேஷத்தையடையும்.



$$SbCl_5 \rightleftharpoons SbCl_3 + Cl_2$$

ஆனால், குறைந்த அமுக்க நிலையில், வியோகமேற்படாமல், அதைக் காய்ச்சி வடிக்கலாம். அது சிறிதளவு தண்ணீருடன் சேர்ந்து இரண்டு நீர்ப்பொருள்களைத் தரும். $SbCl_5H_2O$, $SbCl_54H_2O$. அதனுடன் தண்ணீரை அதிகமாகச் சேர்க்க, நீர்வியோகமேற்படும்; $SbOCl_3$ அவபதிக்கும். அதைத் தண்ணீரிற் கொதிக்கவிட, நீர்வியோகம் முற்றிலும் ஏற்படும்.

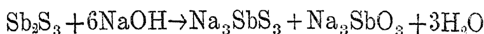


$$SbCl_5 + 4H_2O \rightarrow SbO(OH)_3 + 5HCl$$

அஞ்சன-த்ரி-இரக்தகையையும் $SbBr_3$ (Antimony tribromide) அஞ்சன-த்ரி-பாடலகையையும் SbI_3 (Antimony triiodide) பாஷாண-இரக்தகை, பாடலகைகளைப் போல் நேர்ஸம்யோக முறையாற்றயாரிக்கலாம். உரிய லவணஜனகத்தைக் கரிகந்தகத்திராவகத்திற் கரைத்து உபயோகிக்கவேண்டும். அஞ்சன-இரக்தகை ஒரு ஸ்படிகப் பொருள். அதன் உருகு நிலை 96°ச., கொதி நிலை 275°ச. பாடலகை மூன்று ரூபபேதங்களாகத் தோன்றும். அம் மூன்றுள் நிரம்ப நிலையுள்ளது சிவப்பு நிறமுள்ளது. அதன் உருகு நிலை 167°ச., கொதி நிலை 400°ச. இரக்தகையும் பாடலகையும் நீர்வியோகமடையும்.

அஞ்சன-கந்தகைகள்

அஞ்சன-த்ரி-கந்தகை Sb_2S_3 (Antimony trisulphide) பூமியிலகப்படுகிறது. அஞ்சனத்தையுங் கந்தகத்தையும் வேண்டிய அளவிற் கலந்து சூடு செய்து அதைத் தயாரிக்கலாம். அல்லது அஞ்சன-த்ரி-ஹரிதகை விலயனத்தில் அப்ஜனக-கந்தகையைச் செலுத்த, கிச்சிலி நிறமுள்ள த்ரி-கந்தகை அவபதிக்கும். அது சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகி காமிலத்திற் கரையும் (சுத்தமான அப்ஜனக-கந்தகை வெளிவரும்). அது க்ஷார விலயனங்களிலும் க்ஷார கந்தகை விலயனங்களிலும் கரையும்.

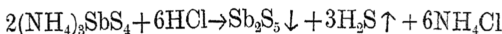


$$Sb_2S_3 + 6NaOH \rightarrow Na_3SbS_3 + Na_3SbO_3 + 3H_2O$$

$Sb_2S_3 + 3(NH_4)_2S \rightarrow 2(NH_4)_3SbS_3$ (Ammonium thioantimonite அமோனிய-கந்தகோ-அஞ்சனசஜம்).

$Sb_2S_3 + 3(NH_4)_2S + 2S \rightarrow 2(NH_4)_3SbS_4$ (அமோனிய-கந்தகோ-அஞ்சனிகஜம் Ammonium thioantimonate)

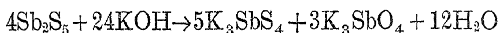
அமோனிய-கந்தகோ-அஞ்சனிகஜ விலயனத்தில் அமிலத்தைச் சேர்க்க அஞ்சன-பஞ்ச-கந்தகை அவபதிக்கும்.



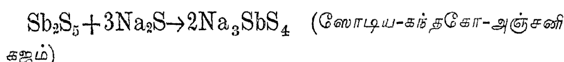
$$2(NH_4)_3SbS_4 + 6HCl \rightarrow Sb_2S_5 \downarrow + 3H_2S \uparrow + 6NH_4Cl$$

அஞ்சன-பஞ்ச-கந்தகை Sb_2S_5
(Antimony Pentasulphide)

அது கருங்கிச்சிலிச் சிவப்பு நிறமுள்ள அஸ்படிகப் பொடி. அதை 200°ச-க்குச் சூடு செய்ய, அது த்ரி-கந்தகையாயும் கந்தகமாயும் விபாகிக்கும். அது க்ஷார விலயனங்களிலும் க்ஷார-கந்தகை விலயனங்களிலும் கரையும்.



$$4Sb_2S_5 + 24KOH \rightarrow 5K_3SbS_4 + 3K_3SbO_4 + 12H_2O$$



$$Sb_2S_5 + 3Na_2S \rightarrow 2Na_3SbS_4$$ (ஸோடிய-கந்தகோ-அஞ்சனிகஜம்)

அஞ்சன-பிராணைகளும் பிராணஅமிலங்களும்
(Oxides and Oxyacids of Antimony)

மூன்று பிராணைகள் நன்கு தெரிந்தவை. அவையாவன :—

1. அஞ்சன-த்ரி-பிராணை (Antimony trioxide) $Sb_2O_3[Sb_4O_6]$
2. அஞ்சன-சதுர்-பிராணை (Antimony tetroxide) Sb_2O_4
3. அஞ்சன-பஞ்ச-பிராணை (Antimony pentoxide) Sb_2O_5

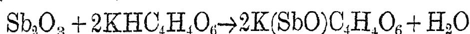
அஞ்சன-த்ரி-பிராணையிலிருந்து அஞ்சனசாமிலம் H_3SbO_3 உண்டாகும். அது அமிலகுணமும் க்ஷாரகுணமும் பொருந்தியது. அஞ்சன-பஞ்ச-பிராணையிலிருந்து

1. பூர்வ-அஞ்சனிகாமிலமும் (Orthoantimonic acid) H_3SbO_4
2. உஷ்ண-அஞ்சனிகாமிலமும் (Pyroantimonic acid) $H_4Sb_2O_7$
3. மித-அஞ்சனிகாமிலமும் (Metaantimonic acid) $HSbO_3$ உண்டாகும்.

அஞ்சன-த்ரி-பிராணை Sb_2O_3

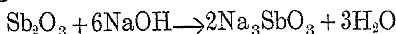
அது பூமியிலகப்படுகிறது. சூடான அஞ்சனத்தின் மேல் நீராவியைச் செலுத்தும்பொழுதும், அஞ்சன-பிராணை-ஹரிதகையை (SbOCl) ஸோடா உப்பு விலயனத்திற் கரைத்து விலயனத்தை வற்றவைக்கும்பொழுதும் அஞ்சனத்தையாவது அதன் கந்தகையையாவது காற்றிலெரிக்கும்பொழுதும் அஞ்சன-த்ரி-பிராணையுண்டாகும்.

குணங்கள் :—அது நிறமற்ற திடப்பொருள். இரு வகைகளில் தோன்றும் : (1) சமசதுர்புஜ வகை. திண்மை 5·6. (2) அஷ்டமுக வகை. திண்மை 5·3. அது தண்ணீரிற் கரைவதில்லையென்றே சொல்லவேண்டும். ஆவி திண்மான முறையிலிருந்து அதன் சங்கேதம் Sb_4O_6 என்று வெளிப்படுகிறது. அது அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்திற் கரைந்து அஞ்சன-த்ரி-ஹரிதகையாக மாறும். அது பொட்டாஸிய-அமிலோசிஞ்சிகஜ விலயனத்தில் ($KHC_4H_4O_6$) (Potassium acid tartrate) கரைந்து பொட்டாஸிய-அஞ்சனைல்-சிஞ்சிகஜம் (Potassium antimonyl tartrate) என்ற ஓர் இணையுப்பாக மாறும்.



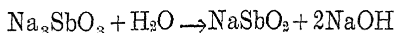
$$Sb_2O_3 + 2KHC_4H_4O_6 \rightarrow 2K(SbO)C_4H_4O_6 + H_2O$$

இதற்கு 'வாந்தியுப்பு' (Tartar Emetic) என்ற வேறொரு பெயருண்டு. அஞ்சன-த்ரி-பிராணை க்ஷார விலயனங்களிற் கரைய அஞ்சனசஜங்கள் (Antimonites) உண்டாகும்.



$$Sb_2O_3 + 6NaOH \longrightarrow 2Na_3SbO_3 + 3H_2O$$

பூர்வ-அஞ்சனசஜங்கள் நீர்வியோகமடைந்து மித அஞ்சனசஜங்களாக மாறும்.



$$Na_3SbO_3 + H_2O \longrightarrow NaSbO_2 + 2NaOH$$

ஸோடிய-மித-அஞ்சனசஜ விலயனத்திற் கரியமில வாயுவைச் செலுத்த, அஞ்சன-த்ரி-பிராணை அவபதிக்கும்.

பொட்டாஸிய-அஞ்சனேல்-சிஞ்சிகஜ விலயனத்திற் பாக்கியகாமிலத்தைச் சேர்ப்பதாலுண்டாகும் அவபதிதத்தை $100°$ச-ல் ஈரமறச்செய்து பூர்வ-அஞ்சனசாமிலத்தை H_3SbO_3 (Orthoantimonious acid) தயாரிக்கலாம்.

அஞ்சன-சதுர்-பிராணை Sb_2O_4 (Antimony Tetroxide)

அஞ்சன-த்ரி-பிராணையையாவது, பஞ்ச-பிராணையையாவது $600°$—$700°$ச-ல் சூடு செய்து அதைத் தயாரிக்கலாம். $700°$ச-க்கு மேல் சூடுசெய்யக்கூடாது. அது வெள்ளைப் பொடி; தண்ணீரிற் கரையாது. $1000°$ச-க்குச் சூடு செய்ய, த்ரி-பிராணையாயும் பிராணவாயுவாயும் அது விபாகிக்கும். அது $Sb_2O_3 + Sb_2O_5$ கலவைபோல் நடிப்பதால் அதை அஞ்சனச-அஞ்சனிகஜம் என்று சொல்லலாம். அது க்ஷார விலயனங்களிற் கரைந்து $K_2Sb_2O_5$ என்பதைப்போன்ற உப்புக்களைக் கொடுக்கும். அவற்றிற்கு உப-அஞ்சனிகஜங்கள் (Hypoantimonates) என்று பெயர்.

அஞ்சன-பஞ்ச-பிராணை Sb_2O_5 (Antimony Pentoxide)

அஞ்சனத்தையாவது அதன் த்ரி-பிராணையையாவது சுண்டின பாக்கியகாமிலத்துடன் கொதிக்கவிட்டு விகாரத்தில் விளையும் பொருளைக் கவனமாக $300°$ச-க்கு மேற்படாத உஷ்ணநிலையிற் சூடு செய்து, அஞ்சன-பஞ்ச-பிராணையைத் தயாரிக்கலாம்.

குணங்கள் :—அது மஞ்சள் நிறமுள்ள பொடி; தண்ணீரிற் கரையாது. $440°$ச உஷ்ணநிலையில் அது சதுர்-பிராணையாயும் பிராணவாயுவாயும் விபாகிக்கும். அது சிறிதும் க்ஷாரகுணமின்றி முற்றிலும் அமிலகுணமே பொருந்தியது.

பூர்வ-அஞ்சனிகாமிலம் H_3SbO
(Orthoantimonic Acid)

அஞ்சனத்தைச் சுண்டின பாக்கியகாமிலத்துடன் விகாரிக்கச்செய்து, விகார விளைவை 100°ச-ல் சூடு செய்ய, பூர்வ-அமிலமுண்டாகும்.

உஷ்ண-அஞ்சனிகாமிலம் $H_4Sb_2O_7$
(Pyroantimonic Acid)

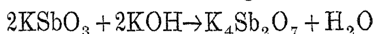
பூர்வ-அமிலத்தை 200°ச-க்குச் சூடு செய்ய உஷ்ண-அமிலம் உண்டாகும்.

மித-அஞ்சனிகாமிலம் $HSbO_3$
(Metaantimonic Acid)

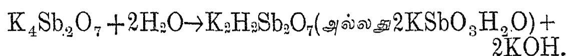
பூர்வ-அமிலத்தை நன்றாய்ச் சூடு செய்ய, மித அமில முண்டாகும். மூன்று அமிலங்களும் வெள்ளைப்பொடிகளாகக் காணப்படுவன. அவை ஒரே ரஸாயன குணம் பொருந்தியவை.

அஞ்சனிகஜங்கள் (Antimonates)

அஞ்சனத்தைப் பொட்டாஸிய-பாக்கியமிகஜத்துடன் சேர்த்துச் சூடு செய்ய, பொட்டாஸிய-மித-அஞ்சனிகஜம் $KSbO_3$ ஒரு வெள்ளைப்பொடியாக உண்டாகும். அவ்வுப்பைப் பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணையுடன் சேர்த்து உருக்க, பொட்டாஸிய-உஷ்ண-அஞ்சனிகஜம் உண்டாகும்.


$$2KSbO_3 + 2KOH \rightarrow K_4Sb_2O_7 + H_2O$$

மேற்படி உப்பைத் தண்ணீருடன் கொதிக்கவிட, பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணையும், துவி-பொட்டாஸிய-உஷ்ண-அஞ்சனிகஜமும் உண்டாகும்.


$$K_4Sb_2O_7 + 2H_2O \rightarrow K_2H_2Sb_2O_7 (\text{அல்லது } 2KSbO_3H_2O) + 2KOH.$$

இந்த உப்பு சுமாராகத் தண்ணீரிற் (350-ல் ஒரு பங்கு) கரையக்கூடியது. அவ்விலயனத்தை ஸோடிய அமிலஜ

விலயனத்துடன் சேர்க்க ஸோடிய-உஷ்ண-அஞ்சனிகஜம் $Na_2H_2Sb_2O_7 6H_2O$ அவபதிக்கும். ஆகையால் பொட்டாஸிய-அஞ்சனிகஜ விலயனம் ஸோடியத்தைக் காட்டிக் கொடுக்கும் பிரதிகாரகமாக ஜாதிவிச்லேஷண முறையில் உபயோகிக்கப்படுகிறது.

அஞ்சன-கந்தகிகஜம் $Sb_2(SO_4)_3$ (Antimony Sulphate)

சூடான சண்டின கந்தகிகாமிலத்தில் அஞ்சன-த்ரி-பிராணையைக் கரைத்து, அவ்விலயனத்தைக் குளிரவிட, அஞ்சன-கந்தகிகஜம் நிறமற்ற ஸ்படிகங்களாக வெளிவந்து படியும். வடிகட்டி, ஸ்படிகங்களைக் 'க்ஸைலீன்' (Xylene) என்னுந் திரவத்தாற் கழுவிச் சுத்திசெய்யலாம். அக்கந்தகிகஜம் நீரையிழுத்துக் கசியுந் தன்மைபொருந்தியது. அதைத் தண்ணீரிற் கரைக்க, நீர்வியோகமேற்படும்.

அஞ்சன-பாக்கியமிகஜம் $Sb(NO_3)_3$ (Antimony Nitrate)

அதை விலயனத்திலிருந்து தயாரிக்கமுடியாது. ஏனென்றால் அது நீர்வியோகமடையும். 'அஸடோனிற்' (acetone) கரைக்கப்பட்ட இரஜத-பாக்கியமிகஜத்தையும், அஞ்சன-ஹரிதகையையும் விகாரிக்கச்செய்து, அதைத் தயாரிக்கலாம்.

மேலேகண்ட குணங்களெல்லாம் அஞ்சனம் பாஷாணத்தைவிட அதிக உலோகத்தன்மை பொருந்தியதென்றும், ஆனால் அஞ்சனத்தை உத்தம உலோகமாகக் கருதக்கூடாதென்றும் காட்டுகின்றன.

பிஸ்மதம் (Bismuth)

சின்னம் Bi பரமாணுபாரம் 209·0.

சரித்திரம் :—14-ம் நூற்றாண்டிலேயே வாலன்டைனுக்குப் பிஸ்மதம் தெரிந்திருக்கவேண்டுமென்று வெளியாகிறது. முன் வெகு நாள் வரையில் பிஸ்மதம், அஞ்ச

னம், நாகம் இம்மூன்றையும் பகுத்தறியமுடியாமலிருந்து வந்தது. 1753-ம் வருஷத்தில் 'ஜ்யாப்ரே' (Geoffroy) என்பவர் பிஸ்மதம் ஒரு தனி உலோகம் என்று நிரூபித்தார். பிஸ்மதம் என்ற வார்த்தை ஜெர்மன் வார்த்தையாகிய 'விஸ்மாத்' (Wismath=வெள்ளை உலோகம்) என்பதிலிருந்து வந்திருக்கிறது. அதையொட்டி நாம் இதற்கு விசதம் என்று பெயரிடலாம். பதார்த்தகுண சிந்தாமணியிற் காணப்படும் 'நிமிளை' என்னுஞ் சொல், பிஸ்மத-கந்தக-சிலை என்ற செவ்வெண்மையான கல்வகையைக் குறிக்கிறது. அதையொட்டி அதற்கு 'நிமிளம்' என்ற பெயரையுமளிக்கலாம். வைத்திய மூலிகை விரிவகிகாரத்தில் அம்பரை என்ற சொல் பிஸ்மதத்தையே குறிக்கலாம் (தமிழகராதி); அது ஒரு தனிப்பொருளாகையால் அதை 'அம்பரம்' என்றுமழைக்கலாம்.

சம்பவம் :—பிஸ்மதம் அதிக அளவில் அகப்படக்கூடிய பொருளல்ல. ஆனால் அநேக இடங்களில் அது அகப்படுகிறது. கோபத, இரஜத, தாதுக்களுடன் அது தனித்த நிலையிலகப்படுகிறது. பிஸ்மதமுள்ள முக்கிய தாதுக்களாவன :—

1. நிமிளை அல்லது பிஸ்மத-கந்தக சிலை (Bismuth Glance) Bi_2S_3.
2. பிஸ்மத-காவிக்கல் (Bismuth Ochre) Bi_2O_3.

தயாரித்தல் :—முன்னாட்களில், பிஸ்மதம் தனித்துள்ள தாதுக்களை சரிவாயிருக்கும் குழாய்களில் சூடு செய்து, எளிதில் உருகிக் கீழே ஓடிவரும் பிஸ்மதத்தைச் சேகரித்தார்கள். இந்நாளில் பிஸ்மத-தாதுக்களைக் கரியுடனும் உருக்கினத்துடனும் (flux) சேர்த்துச் சூடுசெய்கிறார்கள். அங்ஙனஞ் செய்வதால் அசுத்தங்கள் யாவும் மேலே மிதக்கும். உருகிய பிஸ்மதம் அடியில் தங்கும். அப் பிஸ்மதத்தில் ஈயம், இரும்பு, கந்தகம், பாஷாணம் முதலியவை

காணப்படும். அபக்குவமான பிஸ்மதத்தை வெடியுப்பு அல்லது பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜத்துடனும் சிறிதளவு சாதாரண உப்புடனுஞ் சேர்த்துச் சூடுசெய்ய, அசுத்தங்கள் யாவும் பிராணீகரிக்கப்பட்டு மேலே மிதந்து நிற்கும். உருகி நிற்கும் பிஸ்மதத்தைப் பிரித்தெடுத்து மறுபடியும் அதை பாக்கியகாமிலத்திற் கரைத்து அதிக அளவு தண்ணீரை அவ்விலயனத்துடன் சேர்க்க, பிஸ்மத-பிராண-பாக்கியமிகஜம் $BiONO_3$ அவபதிக்கும். அதை வடிகட்டி எடுத்துச் சூடுசெய்ய, பிஸ்மத-பிராணை யுண்டாகும். அதைக் கரியுடன் (பொட்டாஸிய-காலகையையும் உபயோகிக்கலாம்) சேர்த்துச் சூடுசெய்து சுத்தமான பிஸ்மதத்தைத் தயாரிக்கலாம்.

குணங்கள் :—பாக்கியஜனக வர்க்கத்தில் (N, P, As, Sb, Bi) பிஸ்மதம் ஒன்றுதான் தோற்றபேதத்தைக் காட்டாத தனிப்பொருள். அது, பளபளப்பான மிருதுவான வெள்ளை-உலோகம். அதன் திண்மை 9·8 ; உருகு நிலை 271°ச ; கொதி நிலை 1490°ச. ஆவிதிண்மான சோதனை, பிஸ்மதத்தின் ஓரணுவில் ஒரு பரமாணுவே அமைந்துள்ளது என்று காட்டுகிறது. அது எளிதிற் பொடியாகுந்தன்மையுடையது. அது மந்தமான உஷ்ண, மின்சார வாஹியே. அஷ்டமுக வகுப்பைச் சேர்ந்த சமசதுர்புஜ ஸ்படிகங்களாக அது காணப்படும். அது சாதாரண உஷ்ண நிலையிற் காற்றில் நிலையுள்ள பொருளே. அதை நன்றாய்ச் சூடுசெய்தால், அது எரிந்து த்ரி-பிராணையாக மாறும். அது ஹரிதக இணங்களுடன் ஸம்யோகிக்கும். ஆனால் ஸம்யோக வீரியம், பாஷாணம், அஞ்சனம், இவை ஸம்யோகிக்கும் வீரியத்தை விடக் குறைவுபட்டதே. அது அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தில் பிராணவாயுவுடன் சம்பந்தப்பட்டில்லாத வரையில், கரையாது. அது சூடான கந்தகிகாமிலத்திலும் பாக்கியகாமிலத்திலுங் கரைந்து முறையே பிஸ்மத-கந்தகிகஜமாகவும் $Bi_2(SO_4)_3$ பிஸ்மத-பாக்கியமிகஜமாகவும் $Bi(NO_3)_3$ மாறும். பாக்கியகாமிலம்

பாஷாணத்தைப் பாஷாணிகாமிலமாகவும் H_3AsO_4 அஞ்சனத்தைப் பிராணேயாகவும் Sb_2O_4 அல்லது Sb_2O_5 பிஸ்மதத்தைப் பிஸ்மத-பாக்கியமிகஜமாகவும் செய்வதைக் கவனிக்கவும்.

பிஸ்மதத்தின் சமான எடையிலிருந்தும் அதன் தாராதர உஷ்ணத்திலிருந்தும் அதன் பரமாணுபாரம் 209·0 என்று நிச்சயிக்கப்பட்டிருக்கிறது.

உபயோகங்கள் :—திரவ-பிஸ்மதம் திடஸ்திதிக்கு மாறும்பொழுது சற்றுப் பெருக்கும். அது சேர்ந்த உலோகக்கலவைகளும் அக்குணங் கொண்டவை. ஆகையால் பல உலோகக் கலவைகளைச் செய்வதில் அது உபயோகிக்கப்பட்டுவருகிறது. பிஸ்மதஞ் சேர்ந்த கலவை யாவும் எளிதில் உருகுந்தன்மை பொருந்தியவை; எனினும் நிரம்பக் கெட்டியானவை. சில உதாரணங்களைக் கிழே குறிப்போம்.

உலோகக் கலவையின் பெயர்	கலவையின் சங்கலனம்	உருகு நிலை
1. ந்யூடன் உலோகம் (Newton's metal)	Sn 3, Pb 5, Bi 8	94·5°ச
2. ரோஸின் உலோகக் கலவை (Rose's alloy)	Sn 1, Pb 1, Bi 2	93·75°ச
3. வுட்டின் உலோகக் கலவை (Wood's alloy)	Sn 1, Pb 2, Bi 4, Cd 1	60·5°ச

பிஸ்மதக் கலவைகள் குறைந்த உஷ்ண நிலையில் உருகிவிடுவதால், நீராவியுண்டாகும் எந்திரங்களிலுள்ள ரக்ஷண அடைப்பான்களையும் (Safety plugs), மின்சார-உருகு-கம்பிகளையும், (Electric fuse wires), தீப்பற்றிய தென்றறிவிக்கும் அச்ச மணிகளை அடிக்கச்செய்யுஞ் சாத

னங்களையும், வேண்டிய சந்தர்ப்பத்தில் தாமாகவே வேலை செய்து நீர்த்தாரைகளைப் பெய்யும் பீச்சானையும் (Automatic-fire-sprinklers) செய்ய, உபயோகப்படு கின்றன. ஒரு கட்டிடத்தில் நெருப்புப் பிடித்துக் கொண்டதென்று வைத்துக்கொள்வோம். நீர்க்குழாயில் அமைத்திருக்கும் அடைப்பான் உஷ்ணத்தில் உருகிவிட, தண்ணீர் பீச்சியடித்து நெருப்பை யணைத்துவிடும். இன்னும் எரிவாயுவை உபயோகிக்கு மிடங்களில், கட்டிடத்தில் எரிவாயுக்குழாய் வந்து புகுமிடத்தில் பிஸ்மதக்கலவையாற் செய்த ஒரு குண்டை அமைப்பார்கள். அக்கட்டிடத்தில் தற்செயலாய் நெருப்புண்டாகி எரியுமேயானால், சூட்டில், பிஸ்மதக் கலவைக்குண்டு உருகி, குழாய்க்குள் ஓடி துவாரத்தை அடைத்துவிடும். ஆகையால் எரிவாயு கட்டிடத்திற்குள் வரமுடியாது. பஞ்சாலைகளிலும், நெசவுத் தொழிற் சாலைகளிலும், அறைகளின் கதவுகள் பிஸ்மதக் கலவையாற் செய்யப்பட்ட உபாயங்களால் திறந்துவைக்கப்பட்டிருக்கும். அறையில் தீ உண்டாகுமேயாகில் உபாயங்களுருகிவிடும். கதவுகளும் உடனே தாமாகவே மூடிக்கொள்ளும். அவ்வறையிலிருந்து அடுத்த அறைக்குத் தீ செல்ல முடியாது. 'மறையுங் கரண்டிகள்' (magic spoons) இவ்வகைக் கலவையாற் செய்யப்படுபவை. கிண்ணத்திலுள்ள சூடான தேத்தண்ணீரை அக்கரண்டிகளால் கலக்க அவை மறையும் (உருகிக் கீழே படிந்துவிடும்). இது பிறரைப் பிரமிக்கச் செய்யும் ஒரு நல்ல விளையாட்டு.

இன்னும் பிஸ்மத-வெண்கலம், மணிகள், இசை தந்திகள், (மின்சார) தந்திக்கம்பிகள் முதலியவைகளைத் தயாரிக்க, அது மிகவும் உபயோகப்படுகின்றது. பிஸ்மதம் சேர்ந்த கலவைகள் வீட்டிற்கு உபயோகமுள்ள கரண்டிகள், முட் கரண்டிகள், கத்திகள், தேத்தண்ணீர்க் கிண்டிகள் முதலியவைகளைச் செய்ய உபயோகிக்கப்படுகின்றன. பல பிஸ்மதஞ் சேர்ந்த பொருள்கள் மருந்தாகவும் முகப்பூச்சாகவும் செலவழியும்.

பிஸ்மத-அப்ஜனகை (Bismuth Hydride)

சில வருஷங்களுக்குமுன் வரையில் பிஸ்மதமும் அப்ஜனகமும் ஐக்கியமாகிய பொருள் கிடையாதென்றே கருதப்பட்டுவந்தது. ஆனால் அப்பொருளுண்டென்று தற்கால ஆராய்ச்சியிலிருந்து வெளியாகிறது. ‘மார்ஷ்’ உபகரணத்தில் மாக்னீஸிய-பிஸ்மதக் கலவையையும் (1 : 1) நாகத்துண்டுகளையும் சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தையுஞ் சேர்த்து விகாரிக்கவிட்டு, வெளிவரும் வாயுவைச் சூடுசெய்யப்பட்ட குழாயின் வழியே செலுத்த, பளபளப்புள்ள ஒரு பழுப்பு நிறமுள்ள வஸ்து குழாயிற் படிவதைக் காணலாம். இவ்விகாரம், பிஸ்மத-அப்ஜனகை BiH_3 ? உண்டாவதன் பயனாகவே நடக்கவேண்டுமென்று அனுமானிக்கவேண்டியிருக்கிறது. அதிக அளவில் அவ்வாயுவைத் தயாரிக்கமுடியாமலிருப்பதால் அதன் குணாதிசயங்களை இன்னும் அறியமுடியாமலிருக்கிறோம்.

பிஸ்மதமும் லவணஜனகங்களுஞ் சேர்ந்த பொருள்கள்

பிஸ்மதம் ஹரிதக இனங்களுடன் நேரே ஸம்யோகித்துக் கீழ்க்கண்ட பொருள்களைக் கொடுக்கும்.


BiF_3, $BiCl_3$, $BiBr_3$, BiI_3.

[BiX, BiX_2 (X= ஹரிதக இனம்) என்ற பொருள்களும் இருப்பதாகச் சொல்லுகிறார்கள்.]

பிஸ்மத-த்ரீ-காசாதை BiF_3 (Bismuth Trifluoride)

பிஸ்மத-த்ரி-பிராணையை அப்ஜ-காசாதிகாமிலத்திற் கரைத்து விலயனத்தை வற்றவைத்துப் பிஸ்மத-காசாதையைத் தயாரிக்கலாம். அல்லது பிஸ்மத-உப்பு விலயனத்தில் ஸோடிய-காசாதை விலயனத்தைச் சேர்க்க, பிஸ்மத-காசாதை அவபதிக்கும். அது நிறமற்ற திடப்பொருள். சூடு செய்தால் விபாகிக்காமல் அது உருகும். அவ்வம்சத்திலுள்ள காசாதைகளில் அதுவே தண்ணீரிற் கரை

யாதது. தண்ணீருடன் கொதிக்கவிட்டபோதிலும் அது நீர்வியோகமடைவதில்லை.

பிஸ்மத-த்ரி-ஹரிதகை $BiCl_3$ (Bismuth Trichloride)

பிஸ்மதத்தைச் சூடு செய்து, அதன்மேல் ஈரமற்ற ஹரிதகத்தைச் செலுத்த, த்ரி-ஹரிதகை உபகரணத்தின் குளிர்ந்த பாகங்களிற் படியும். பிஸ்மத-த்ரி-பிராணையைச் சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்திற் கரைத்தும், பிஸ்மதத்தை இராஜ நீரிற் கரைத்தும், பிஸ்மத-த்ரி-ஹரிதகையை விலயன ரூபத்தில் தயாரிக்கலாம். அவ்விலயனத்தை வற்றக்காய்ச்சி, அதைக் கரியமிலவாயு மண்டலத்திற் காய்ச்சி வடித்து, சுத்தமான பிஸ்மத-த்ரி-ஹரிதகையைத் தயாரிக்கலாம். அது நிறமற்ற ஸ்படிகப்பொருள். அதன் உருகு நிலை 233°ச; கொதி நிலை 447°ச. அது நீரை எளிதில் இழுத்துக் கசியுந்தன்மை பொருந்தியது. பிஸ்மத-த்ரி-ஹரிதகையின் நீர்வியோகத்தைப்பற்றி முன்பே குறித்திருக்கிறோம். நீர்வியோகத்தில், BiOCl என்பதுதான் உண்டாகும்.



$$BiCl_3 \rightleftarrows BiOCl + 2HCl$$

பிஸ்மத-பிராண-ஹரிதகையைச் சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் சேர்த்துக் கொதிக்கவிட, அது கரைந்து த்ரி-ஹரிதகையாய் மாறிவிடும். பிஸ்மத-பிராண-ஹரிதகையை ஒரு பூச்சு வர்ணமாக உபயோகிக்கிறார்கள். பிஸ்மத-ஏக-ஹரிதகையும் (BiCl), பிஸ்மத-சதுர்-ஹரிதகையும் ($BiCl_4$) தயாரிக்கப்பட்டிருக்கின்றனவாம். பிஸ்மத-பஞ்ச-ஹரிதகை இதுவரை தயாரிக்கப்பட்டிருப்பதாகத் தெரியவில்லை.

பிஸ்மத-த்ரி-இரக்தகை $BiBr_3$ (Bismuth Tribromide)

இரக்தகத்தில் பிஸ்மதப் பொடியைச் சிறிது சிறிதாகச் சேர்த்துச் சிலநாள் வைத்திருந்து, பின்பு, காய்ச்சி வடித்து, பிஸ்மத-த்ரி-இரக்தகையைத் தயாரிக்கலாம்.

அது கிச்சிலி நிறமுள்ள ஸ்படிகங்களாக உள்ளது. அதன் உருகு நிலை 220°ச; கொதி நிலை 453°ச. த்ரி-ஹரிதகையைப்போல் அது நீர்வியோகம் அடையும்.

பிஸ்மத-த்ரி-பாடலகை BiI (Bismuth Triiodide)

பிஸ்மதத்தையும் பாடலகத்தையுஞ் சேர்த்துச் சூடு செய்து, அதைக் கரியமிலவாயுவிற் சூடு செய்ய, அதிகமாயிருக்கும் பாடலகம் வெளியேறும். பின்பு அதைக் காய்ச்சி வடிக்க, பிஸ்மத-த்ரி-பாடலகை கறுப்பு நிறமுள்ள ஸ்படிகங்களாக உபகரணத்தின் குளிர்ந்த பாகங்களில் வந்து படியும். அதன் உருகு நிலை 439°ச. குளிர்ந்த தண்ணீரில் அது மெதுவாகவே நீர்வியோகமடையும்.

பிஸ்மத-கந்தகை Bi_2S_3 (Bismuth Sulphide)

பிஸ்மதத்தையும் கந்தகத்தையுஞ் சேர்த்துச் சூடு செய்ய, ஸ்படிக-பிஸ்மத-த்ரி-கந்தகை Bi_2S_3 உண்டாகும். பிஸ்மத உப்பு விலயனத்தில் அப்ஜனக-கந்தகையைச் செலுத்த, பிஸ்மத-கந்தகை அஸ்படிக பழுப்பு மேலாடிய கறுப்பு நிறமுள்ள பொருளாக அவபதிக்கும். அது க்ஷார விலயனங்களிலாவது க்ஷார கந்தகை விலயனங்களிலாவது கரையாது. ஆனால் நீரிட்ட சூடான பாக்கியகாமிலத்திலும், சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்திலுங் கரையும். பிஸ்மத-அதி-கந்தகையொன்றும் இருப்பதாகத் தெரியவில்லை.

பிஸ்மத-பிராணைகள் (Bismuth Oxides)

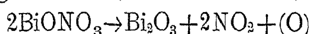
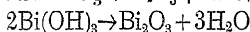
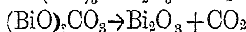
நான்கு பிராணைகளுள. அவையாவன :—

1. பிஸ்மத-ஏக-பிராணை (Bismuth monoxide) BiO
2. பிஸ்மத-த்ரி-பிராணை (Bismuth trioxide) Bi_2O_3
3. பிஸ்மத-சதுர்-பிராணை (Bismuth tetroxide) Bi_2O_4
4. பிஸ்மத-பஞ்ச-பிராணை (Bismuth pentoxide) Bi_2O_5

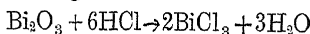
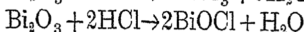
பிஸ்மதம் ஒரு உலோகமாகையால் அதன் பிராணை கள் தண்ணீரிற் கரைந்து க்ஷார குணமுள்ள விலயனங்களை யே கொடுக்கும். ஆனால் நிலையற்ற பிஸ்மதிகஜங்கள் உண் டென்று குறிப்பிடப்பட்டிருக்கிறது.

பிஸ்மத-க்ஷார-ஆக்ஸாலிகஜத்தை $(BiO)_2C_2H_4$ கரியமில வாயுவிற் சூடு செய்ய, பிஸ்மத-ஏக-பிராணை (BiO) ஒரு கறுப் புப்பொடியாக உண்டாகும். காற்றில் அதைச் சூடு செய்ய த்ரி-பிராணையாக மாறும். அது ஒரு க்ஷயகாரி.

பிஸ்மத-த்ரி-பிராணையே Bi_2O_3, நிலையுள்ள முக்கிய மான பிராணை. பிஸ்மதத்தை காற்றில் எரியவிட்டாவது அல்லது பிஸ்மத-க்ஷார-பாக்கியமிகஜத்தையாவது, பிஸ் மத-அப்ஜ-பிராணையையாவது, பிஸ்மத-இங்காலிகஜத்தை யாவது சூடு செய்து, த்ரி-பிராணையைத் தயாரிக்கலாம்.


$$2BiONO_3 \rightarrow Bi_2O_3 + 2NO_2 + (O)$$

$$2Bi(OH)_3 \rightarrow Bi_2O_3 + 3H_2O$$

$$(BiO)_2CO_3 \rightarrow Bi_2O_3 + CO_2$$

குணங்கள் :—பிஸ்மத-த்ரி-பிராணை மஞ்சள் நிறமுள்ள பொடியாகவாவது, மஞ்சள் நிறமுள்ளப் பளபளப்பான ஸ்படிகங்களாகவாவது காணப்படும். அது நிலையுள்ள பொருள். அது சுண்டின அமிலங்களிற் கரைந்து, பிஸ் மத உப்புக்களைக் கொடுக்கும். அங்கு, அமிலம் அதிகமா யிருக்க நடுநிலையுப்பும், அமிலங் குறைவாயிருக்க க்ஷார-உப்பும் உண்டாகும்.

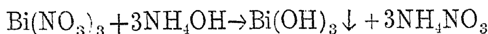

$$Bi_2O_3 + 6HCl \rightarrow 2BiCl_3 + 3H_2O$$

$$Bi_2O_3 + 2HCl \rightarrow 2BiOCl + H_2O$$

அது க்ஷார விலயனங்களிற் கரையாது. ஆகையால், அதில் அமில குணமே கிடையாது.

பிஸ்மத-அப்ஜ-பிராணை $Bi(OH)_3$
(Bismuth Hydroxide)

பிஸ்மத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்துடன் அமோனியா விலயனத்தையாவது, ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்

தையாவது சேர்க்க, பிஸ்மத-அப்ஜ-பிராணை வெளுத்த அஸ்படிகப் பொருளாக அவபதிக்கும்.



$$Bi(NO_3)_3 + 3NH_4OH \rightarrow Bi(OH)_3 \downarrow + 3NH_4NO_3$$

பிஸ்மத-அப்ஜ-பிராணையை 100°ச-ல் சூடு செய்ய, அது தண்ணீரையிழந்து $BiO(OH)$ அல்லது $Bi_2O_3H_2O$ ஆக மாறும். அதை மேலுஞ் சூடு செய்ய, த்ரி-பிராணையுண்டாகும். பிஸ்மத-அப்ஜ-பிராணை க்ஷார குணமுடையது. அமில குணம் அதனிடத்தில் சிறிதளவேனுங் காணப்படுவதில்லை.

[பிஸ்மத-த்ரி-பிராணையைப் பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்தில் தொங்கவிட்டு, பொட்டாஸிய-அயிக-காலகிகஜங் கொண்டு பிராணீகரிக்க, ஒரு பொருளுண்டாகும். அதை நீரிட்ட பாக்கியகாமிலத்தாற் கழுவி, ஈரமறச் சூடு செய்ய, பிஸ்மத-சதுர்-பிராணை Bi_2O_4 உண்டாகும். அதன் நிறம் மஞ்சள். அது ஒரு வர்த்தனி. அது அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் விகாரித்து ஹரிதகத்தை வெளியேற்றும்.]

பிஸ்மத-பஞ்ச-பிராணை Bi_2O_5 (Bismuth Pentoxide)

பிஸ்மத-த்ரி-பிராணையைப் பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்தில் தொங்கவிட்டு, ஹரிதகத்தைச் செலுத்த, பிராணீகரணம் ஏற்படும்; அங்கு ஒரு பழுப்பு நிறமுள்ள பொருளுண்டாகும் ($HBiO_3$). அதைப் பாக்கியகாமிலத்தாற் கழுவி, ஈரமறச் சூடு செய்ய, கருஞ்சிவப்பு நிறமுள்ள பஞ்ச-பிராணை உண்டாகும். அதைச் சூடு செய்ய, அது சதுர்-பிராணையாயும் பிராணவாயுவாயும் முதலில் விபாகிக்கும். அது ஒரு வீரிய வர்த்தனி; அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தை ஹரிதகமாக விருத்திசெய்யும்.



$$Bi_2O_5 + 10HCl \rightarrow 2BiCl_3 + 5H_2O + 2Cl_2$$

[மேற்கண்ட சோதனையில், விளைபொருள் நன்றாய்ச் சிவக்கும் வரையில் ஹரிதகத்தைச் செலுத்தினால், பொட்டாஸிய-மித-பிஸ்மதிகஜம் உண்டாகும். அதைச் சிறிது

நேரம் நீரிட்ட பாக்கியகாமிலத்துடன் கொதிக்கவிட, மித-பிஸ்மதிகாமிலம் உண்டாகும்.]

பிஸ்மத-கந்தகிகஜம் $Bi_2(SO_4)_3$ (Bismuth Sulphate)

பிஸ்மத-த்ரி-பிராணேயைச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்திற் கரைத்து, விலயனத்தை வற்றவைத்துக் குளிரவிட, கந்தகிகஜம் நிறமற்ற ஊசிபோன்ற ஸ்படிகங்களாக வெளிவரும். அது ஈரத்தையிழுக்குந்தன்மையுடையது. அது தண்ணீரிற் கரைய, சிறிதளவு நீர்வியோகமடைந்து, பிஸ்மத-க்ஷார-கந்தகிகஜமாக மாறும் $(BiO)_2SO_4$.

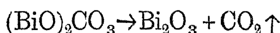
பிஸ்மத-பாக்கியமிகஜம்
$Bi(NO_3)_3 5H_2O$ (Bismuth Nitrate)

பிஸ்மத-த்ரி-பிராணேயைச் சூடான பாக்கியகாமிலத்திற் கரைத்து, வற்றவைத்துக் குளிரவிட, பாக்கியமிகஜம் ஒரு நீர்ப்பொருளாக வெளிவரும். சூடு செய்தாவது ஈரம் வாங்கியின் உதவியாலாவது முற்றிலும் நீரற்ற பொருளாக அதை மாற்ற முடியாது. அங்ஙனஞ் செய்ய முயன்றால் நீர்-பாக்கியமிகஜம் விபாகிக்கும். பிஸ்மத-பாக்கியமிகஜம் எளிதிற் பாக்கியகாமிலத்திற் கரையும். அவ்விலயனத்துடன் தண்ணீரைச் சேர்க்க க்ஷார-பாக்கியமிகஜம் (basic nitrate) அவபதிக்கும். சாதாரண நீர்-பிஸ்மத பாக்கியமிகஜத்தைச் சூடு செய்ய, $(BiO)NO_3 \frac{1}{2}H_2O$ என்ற க்ஷார-உப்பு உண்டாகும். பிஸ்மத-பிராண-பாக்கியமிகஜம் வயிற்றுப்போக்குக்கு ஒரு நல்ல மருந்து. வைத்திய முறையில் இதைப் 'பிஸ்மத-உப-பாக்கியமிகஜம்' (Bismuth subnitrate) என்று வழங்குகின்றார்கள். வெகுகாலமாக அதை அலங்காரப் பூச்சில் (cosmetic) முக்கிய சரக்காக உபயோகிக்கின்றனர். அவ்வகைப் பூச்சுக் காற்றுப்பட இருப்பின், மஞ்சட் குளிக்கும் அப்பூச்சணிந்த மங்கையர்கள் மஞ்சட்காமாலையால் வருந்துகின்றனர் போல் தோன்றுவார். பிஸ்மத-பாக்கியமிகஜத்தை நன்

ருய்ச் சூடு செய்ய, சிவந்த பாக்கியஜனக-பர-பிராணையும் பிராணவாயுவும் வெளியேறிவிடும்; பிஸ்மத-த்ரி-பிராணை மீதி நிற்கும்.

பிஸ்மத-இங்காலிகஜம் $(BiO)_2CO_3$ (Bismuth Carbonate)

பிஸ்மத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்துடன் ஸோடா உப்பு விலயனத்தைச் சேர்க்க, பிஸ்மத-இங்காலிகஜம் அவபதிக்கும். இங்காலிகஜத்தைச் சூடுசெய்ய, கரியமில வாயுவும் பிஸ்மத-த்ரி-பிராணையுமுண்டாகும்.



$$(BiO)_2CO_3 \rightarrow Bi_2O_3 + CO_2 \uparrow$$

பிஸ்மத-இங்காலிகஜம் ஒரு மருந்துச் சரக்கு.

பிஸ்மத-பாஸ்வரிகஜம் $BiPO_4$ (Bismuth Phosphate)

நீரிட்ட பாக்கிய காமிலத்திற் கரைந்திருக்கும் பிஸ்மத-உப்புடன் ஸோடிய-பாஸ்வரிகஜ விலயனத்தைச் சேர்க்க, பிஸ்மத-பாஸ்வரிகஜம் அவபதிக்கும். அப்பாஸ்வரிகஜத்தைத் தண்ணீருடன் கொதிக்க விட்டாலும் விகாரம் ஏற்படுவதில்லை.

பிஸ்மத-விலயனத்தைத் தெரிந்த அளவில் எடுத்து, ஸோடிய-இங்காலிகஜ விலயனத்தை அதிகஞ் சேர்த்து, அவபதிதத்தை வடி கட்டிக் கழுவிச் சூடுசெய்து, அங்குண்டாகும் பிஸ்மத-பிராணையை Bi_2O_3 நிறுத்துப் பிஸ்மதத்தை அளவிடுவது வழக்கம்.

ஐந்தாவது கணத்தில் "ந" உபகணத்திலுள்ள ஐந்து தனிப்பொருள்களின் குணாதிசயங்களை யெடுத்துத் தாராதரித்துப் பார்க்க, ஹரிதக இனத்திற் கண்டதுபோலவே பாக்கியஜனக இனத்திலும் குணவொற்றுமையைக் காண்போம். அவற்றுள் பல குணங்கள் ஒருமைப்பட்டிருப்பதை நன்ருய்க் காணலாம். தனிப்பொருள்களை, அவைகளின் ஆரோஹண பரமாணுபாரங்களுக்கேற்றவாறு வரி

சைப்படுத்த, குணங்கள் படிப்படியாய்த் தனிப்பொருளுக் குத் தனிப்பொருள் வித்தியாசப்படுவதைப் பார்க்கலாம். அக்கணம், ஒரு சரியான அலோகத் தனிப்பொருளில் (பாக்கியஜனகம்) ஆரம்பித்து ஓர் உலோகத்தில் (பிஸ் மதம்) முடிகிறது. பாக்கியஜனகத்திலிருந்து பிஸ்மதம் வரையில் கவனிக்க உலோகத்வம் அதிகரித்துக்கொண்டு வருவதையும் அலோகத்வம் குறைந்துகொண்டுவருவதை யும் காண்போம்.

I. **ஸம்யோக-சாமர்த்தியம்**:—பிராணவாயு சம்பந் தப்பட்டமட்டில் அவற்றின் உயர்ந்த ஸம்யோக சாமர்த்தி யம் ஐந்து. பஞ்ச-பிராணேகளெல்லாம் (N_2O_5, P_2O_5, As_2O_5, Sb_2O_5, Bi_2O_5) அமிலகுணங்கொண்டவை. ஹரி தகம் சம்பந்தப்பட்டமட்டில் அவை இரண்டுவித ஸம் யோக சாமர்த்தியங்களைக் காட்டுகின்றன (RX_3, RX_5. R=பாக்கியஜனக இனம்; X=ஹரிதக இனம்). எல்லா லவணஜனகைகளும் நீர்வியோகமடைபவை. அப்ஜனகம் சம்பந்தப்பட்டமட்டில் அவற்றின் ஸம்யோக சாமர்த்தியம் மூன்று RH_3.

II. **சாதாரண நிலையும் சம்பவமும்**:—(1) இயற் கையிற்றனித்து வாயுஸ்திதியிற் பாக்கியஜனகமிருக்கிறது. அதைத் திரவமாகவும் திடப்பொருளாகவும் மாற்றலாம். அது (சாதாரணமாய்) ஜடப்பொருளே. பாஸ்வரம் திட ஸ்திதியிலுள்ளது. ரஸாயன வீரியம்பொருந்தியதாதலால் அது தனித்து இயற்கையிற் கிடைப்பதில்லை. பாஷாணம், அஞ்சனம், பிஸ்மதம் இம்மூன்றும், தனித்து இயற்கையிற் சிறிதளவு அகப்படுகின்றன.

(2) அவற்றின் திண்மை படிப்படியாயுயர்ந்து கொண்டே போகிறது. பாக்கியஜனகம் 1·026. (திட ஸ்திதியில்); பாஸ்வரம் 1·82—2·31; பாஷாணம் 4·69—5·73; அஞ்சனம் 6·62; பிஸ்மதம் 9·78.

III. உருகுநிலையும் கொதிநிலையும் :—

	N	P	As	Sb	Bi
உருகுநிலை	−214°ச	44°ச	480°ச	630°ச	270°ச
கொதிநிலை	−193°ச	287°ச	உத்பதிக்கும்	1380°ச	1420°ச

உருகுநிலை, கொதிநிலை இவற்றின் வித்தியாசங்கள் ஒழுங்காக இல்லை. சாதாரண நிலையில் பாஸ்வரம், பாஷாணம், அஞ்சனம் இவற்றின் அணுக்களுள் ஒவ்வொன்றும் நான்கு பரமாணுச் சேர்க்கையாயிருப்பதும், ஓர் அணு பிஸ்மதம் ஒன்று அல்லது இரண்டு பரமாணுச் சேர்க்கையாயிருப்பதுமே இவ்வொழுங்கின்மைக்குக் காரணம் போலும்.

IV. **உலோகத்வம்** :—பாக்கியஜனகமும் பாஸ்வரமும் சரியான அலோகங்கள். உலோகத்தன்மையே அவற்றிற் கிடையாது. பாஷாணம் சிறிதளவு உலோகத் தன்மையுடையது. அஞ்சனத்தில் உலோகத்தன்மை அதிகரிக்கிறது. பிஸ்மதம் ஓர் உலோகமே.

V. **நிறம்** :—பாக்கியஜனகம் நிறமற்றது. பாஸ்வரம் வெளுத்த மஞ்சள் நிறமுள்ளது. பாஷாணம் பளபளப்பான சாம்பல் நிறமுள்ளது. அஞ்சனம் பளபளப்பான வெள்ளி நிறமுள்ளது. பிஸ்மதம் பளபளப்பான வெண்மை நிறமுள்ளது.

VI. **தோற்றபேதம்** :—பாக்கியஜனத்தை ஒரு ஜட வாயுவாயும் வீரிய வாயுவாயும் தயாரிக்கலாம். பாஸ்வரம் நன்றாய்த் தெரிந்த இருவகைகளில் (சிவப்பு, மஞ்சள்) காணப்படுகிறது. பாஷாணவகை நான்கு. அஞ்சன வகை நான்கு. பிஸ்மதத்தின் வகை ஒன்றே. மேற்கண்ட

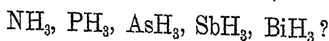
தோற்றபேத வகைகளில் மஞ்சள் நிறமுள்ளவை கரிகந்தகத்திராவகத்திற் கரையக்கூடியவை.

VII. **ரஸாயன வீரியம்** :—பாக்கியஜனகம் ஒரு ஜடப்பொருள். பாஸ்வரம் ஒரு வீரியமுள்ள பொருள். பாஷாணம், அஞ்சனம், பிஸ்மதம் என்னும் இவை மற்றப் பொருள்களுடன் உஷ்ண நிலைமையிற் சேர்ந்து விகாரிக்குந் தன்மையுடையன. ஹரிதகத்துடன் கடைசி நான்கு பொருள்களும் எளிதில் ஸம்யோகிக்கும்.

VIII. **பாக்கியகாமிலத்துடன் விகாரிக்க** :—பாக்கியஜனகம் தாக்கப்படுவதில்லை. மஞ்சள் பாஸ்வரம் வெடியுடன் விகாரித்துப் பாஸ்வரிகாமிலமாக மாறும். பாஷாணத்துடன் பாக்கியகாமிலம் விகாரிக்க, தண்ணீரிற் கரையக்கூடிய பாஷாணிகாமிலமுண்டாகும். அஞ்சனத்துடன் அது விகாரிக்க அஞ்சன-த்ரி-பிராணையும் சதுர்-பிராணையும் உண்டாகும். (H_3SbO_4 தண்ணீரிற் கரையாது). பிஸ்மதத்துடன் அது விகாரிக்கப் பாக்கியமிகஜமுண்டாகும்.

IX. **கந்தகிகாமிலத்துடன் விகாரிக்க** :—பாக்கியஜனகத்துடன் விகாரம் ஏற்படுவதில்லை. பாஸ்வரமும் பாஷாணமும் முறையே பாஸ்வரிகாமிலமாகவும் பாஷாணிகாமிலமாகவும் பிராணீகரிக்கப்படும். அஞ்சனத்துடன் அது விகாரிக்க நிலையற்ற கந்தகிகஜம் உண்டாகும். பிஸ்மதத்துடன் அது விகாரிக்கக் கந்தகிகஜம் உண்டாகும்.

X. **அப்ஜனைகைகள்** :—ஐந்து தனிப்பொருள்களும் த்ரி-அப்ஜனைகைகளைக் கொடுக்கின்றன.



$$NH_3,\ PH_3,\ AsH_3,\ SbH_3,\ BiH_3\ ?$$

இவ்வரிசைக் கிரமப்படி அவைகளின் நிலை குறைந்துகொண்டே வருகிறது.

அ. தயாரித்தல் :—(i) **நேர்-ஸம்யோகம்** :—பாக்கியஜனகமும் அப்ஜனகமும் மிக்க உஷ்ண நிலையிற்

சிறிதளவு ஸம்யோகிக்கும்; பாஸ்வரம் இன்னுங் குறைந்த அளவிலேயே ஸம்யோகிக்கிறது. பாஷாணம், அஞ்சனம், பிஸ்மதம் என்பவை நேரே ஸம்யோகிப்பதில்லை.

(ii) க்ஷாரத்திலிருந்து வரும் ஜனித அப்ஜனகத்துடன் விகாரிக்க (Zn + KOH) பாக்கியசஜங்களும் பாக்கியமிகஜங்களும் அமோனியா நிலைக்குக் குறைவுபடுத்தப்படும். பாஸ்வரம் க்ஷாரத்துடன் விகாரித்தே, PH_3-ஐக் கொடுக்கும். பாஷாணப்பொருள்கள் பாஷாண-அப்ஜனைகயாகக் குறைவுபடுத்தப்படும். அஞ்சனமும், பிஸ்மதமும் விகாரிப்பதில்லை.

(iii) அமிலத்திலிருந்து வரும் ஜனித அப்ஜனகத்துடன் விகாரிக்க (Zn + HCl) பாக்கியஜனகப் பொருள்கள் அமோனியாவாகும்; வெளிவரும் அமோனியா அமிலத்துடன் கலந்து உப்பாக மாறும். பாஸ்வரம், PH_3 ஆகக் குறைவுபடும். பாஸ்வரிகஜங்கள் குறைக்கப்படுவதில்லை. பாஷாண அஞ்சனப் பொருள்கள் முறையே AsH_3, SbH_3 ஆக மாறும்.

(iv) தண்ணீர், பாக்கியஜனைககளுடனும், பாஸ்வரைகளுடனும் விகாரிக்க, முறையே அமோனியாவும் பாஸ்வீனும் உண்டாகும்; பாக்கியஜனகை, பாஸ்வரை, பாஷாணை, அஞ்சனை இவைகள் நீரிட்ட அமிலங்களுடன் விகாரிக்க உரிய அப்ஜனைககளுண்டாகும்.

ஆ. **குணங்கள்:** — (i), (ii) நிறமும் மணமும். எல்லா அப்ஜனைககளும் நிறமற்ற வாயுக்கள். ஒவ்வொன்றிற்கும் விசேஷ மணமுண்டு. அமோனியா கார மணமுடையது, கண்ணீரையுண்டாக்கும். PH_3, AsH_3, SbH_3 இம்மூன்றும் (மீன் நாற்றம்) வெள்ளைப்பூண்டு நாற்றமுடையவை. இம்மூன்றும் கொடிய விஷ வாயுக்கள்.

(iii) **கரைமானம்:**—அமோனியா வெகு எளிதில் தண்ணீரிற் கரையும். அவ்விலயனம் க்ஷார குண

முடையது. அது அமில விலயனங்களுடன் சேர்ந்து உப்புக்களைத் தரும். பாஸ்வர-அப்ஜனகை தண்ணீரிற் சிறிதளவு கரையும். ஆனால் அவ்விலயனம் லிட்மஸ் நிறத்தை மாற்றாது. பாஷாண, அஞ்சன அப்ஜனகைகள் தண்ணீரிற் கரையமாட்டா. அவற்றில் க்ஷார குணங் கிடையாது.

(iv) **உப்புக்கள்** :—அமோனியா அமிலங்களுடன் விகாரிக்க, அமோனிய உப்புக்களுண்டாகும். பாஸ்வர-அப்ஜனகை, சுத்தமான அப்ஜனக-ஹரிதகை போன்றவைகளுடன் விகாரித்துப் பாஸ்வோனிய உப்புக்களைத் தரும். அமோனிய-ஹரிதகையும் பாஸ்வோனிய-பாடலகையும் நிலையுள்ள பொருள்கள். மற்ற அப்ஜனகைகள் உப்புக்களைத் தரமாட்டா.

(v) **எரிதல்** :—அமோனியா பிராணவாயுவில் எரியும். மற்றவை காற்றிலேயே எரியும்.

(vi) **அப்ஜனகைகளின் தாராதர நிலைமை** :—அமோனியா அதிக உஷ்ண நிலையிலும் நிலையுள்ளது. மற்ற வாயுக்களைச் சூடான குழாயிற் செலுத்த, அவை விபாகித்துவிடும்.

(vii) **உலோக உப்பு விலயனங்களுடன் விகாரிக்க** :—அமோனியா அப்ஜ-பிராணகைகளை யுண்டாக்கும். பாஸ்வீன் பாஸ்வரைகளையும் உலோகங்களையும் அவபதிக்கும்; அது ஒரு க்ஷயகாரி. பாஷாண-அப்ஜனகையும் ஒரு க்ஷயகாரி. அஞ்சன-அப்ஜனகை வீரிய க்ஷயகாரியல்ல.

(viii) **இரஜத-பாக்கியமிகஜத்துடன் விகாரிக்க** :—அமோனியா முதலில் இரஜத-அப்ஜ-பிராணையை அவபதிக்கும். அந்த அவபதிதம் அதிக அமோனியாவிற் கரையும். பாஸ்வர-அப்ஜனகை இரஜத-பாஸ்வரையையும் இரஜதத்தையும் அவபதிக்கச் செய்யும். நீரிட்ட விலயனத்திலிருந்து பாஷாண-அப்ஜனகை இரஜதத்தை அவபதிக்கச்

செய்யும்; வீரிய விலயனத்துடன் விகாரிக்க $Ag_3As_3AgNO_3$ என்ற மஞ்சள் பொருளுண்டாகும். அஞ்சன-அப்ஜனகை யுடன் விகாரிக்க Ag_3Sb-யும் இரஜதமும் அவபதிக்கும்.

XI. லவணஜனகங்களுடன் தனிப்பொருள் களின் விகாரம்.—எல்லாத் தனிப் பொருள்களுக்கும் லவணஜனகங்களுடன் ஸம்யோகிக்குந் தன்மையுண்டு. பாக்கியஜனகத்தைத்தவிர, மற்ற நான்கும் நேரே ஸம் யோகிக்கும். அந்த ஸம்யோகத்தில் ஒளியும் உஷ்ணமுந் தோன்றும். அங்கு இருவித ஐக்கியப்பொருள்கள் உண் டாகலாம்:—NCl_3, (NCl_5 கிடையாது); PCl_3, PCl_5; $AsCl_3$, $AsCl_5$; $SbCl_3$, $SbCl_5$ $BiCl_3$ ($BiCl_5$ கிடையாது); (NCl_3 எளிதில் வெடிக்குந்தன்மையுடையது). இப்பொருள் களெல்லாம் நீர்வியோகமடையும். பாஸ்வர-ஹரிதகை உடனே முற்றிலும் நீர்வியோகமடையும்; பாஷாண-ஹரி தகை முதலில் $AsOCl$ ஐக் கொடுக்கலாம். ஆனால் அது வும் எளிதில் முற்றிலும் நீர்வியோகமடையும். அஞ்சன-ஹரிதகை முதலில் $SbOCl$ ஐ (வெளுத்த பொருள்) கொடுக்கும். விலயனத்தைக் கொதிக்கவிட, நீர்வியோ கம் முற்றிலுமேற்படும். பிஸ்மத-ஹரிதகை, $BiOCl$-ஐத் தான் கொடுக்கும்; நீர் வியோகம் அதற்குமேல் ஏற்படுவ தில்லை. பாக்கியஜனக, பாஸ்வர, பாஷாண த்ரி-ஹரி தகைகள் திரவ ஸ்திதியிலிருப்பதும் அவை எளிதில் முற்றி லும் நீர்வியோகமடைவதும் அத்தனிப்பொருள்களின் அலோகத்வத்தைக் காட்டுகின்றன. உலோக-ஹரிதகை கள் திடஸ்திதியிலுள்ளவை. அவை எளிதில் நீர் வியோக மடையா. NCl_3 நிலையற்றது. $BiCl_3$ நிலையுள்ளது. த்ரி ஹரிதகைகளின் கொதிநிலைகளைக் கவனிப்போம்.

NCl_3	PCl_3	$AsCl_3$	$SbCl_3$	$BiCl_3$
71°ச	78°ச	130·2°ச	200°ச	447°ச

XII. **பிராணைகள் :—**

பாக்கியஜனகம்	N_2O, NO (நடுநிலை)	N_2O_3,	N_2O_4,	N_2O_5 (அமிலப்பிராணைகள்)
பாஸ்வரம்	—	P_2O_3,	P_2O_4,	P_2O_5 (அமிலப்பிராணைகள்)
பாஷாணம்	—	As_2O_3 இருதலைப் பிராணை	As_2O_4	As_2O_5 அமிலப் பிராணை
அஞ்சனம்	—	Sb_2O_3 க்ஷாரகுணமே அதிகம். அமில குணம் குறைவு	Sb_2O_4	Sb_2O_5 சிறிது அமிலகுண முள்ளது
பிஸ்மதம்	—	Bi_2O_3 க்ஷாரகுண முடையது.	Bi_2O_4	Bi_2O_5 அமிலகுணம் நேரேகாண முடியாது. ஆனால் சில உப்புக்களைக் கொடுக்கும்.

பிஸ்மத-த்ரி-பிராணையைத்தவிர மற்ற த்ரி-பிராணைகள் க்ஷார விலயனங்களிற் கரையும். அவை அங்ஙனங் கரைந்து "அச" அமிலஜங்களைக் கொடுக்கும். பஞ்ச-பிராணைகளெல்லாம் அமிலகுணம் பொருந்தியவை. க்ஷார விலயனங்களிற் கரைய "இக" உப்புக்கள் உண்டாகும். பிஸ்மத-பஞ்ச-பிராணை ஒரு வர்த்தனி. அமிலபலம் பாக்கியகாமிலத்திலிருந்து பிஸ்மதிகாமிலம்வரை குறைந்து கொண்டேவருகிறது.

XIII. **கந்தகைகள் :—** பாக்கியஜனக - கந்தகைகள் நிலையற்ற வெடிக்குந்தன்மைபொருந்திய பொருள்கள்.

பாஸ்வரம் கந்தகத்துடன் நேரே ஸம்யோகித்து (P_2S_3, P_2S_5) இரு கந்தகைகளைத் தரும். அவ்விரண்டும் முற்றிலும் நீர்வியோகமடையும். பாஷாணம் மூன்றுவித கந்தகைகளைக் கொடுக்கும், As_2S_2 (சிவப்பு), As_2S_3 (நல்ல மஞ்சள்), As_2S_5. (மஞ்சள்). அஞ்சனம் இரு கந்தகைகளைக் கொடுக்கும், Sb_2S_3 (கிச்சிலி), Sb_2S_5 (சிவந்த-மஞ்சள்). ஒரு பிஸ்மத-கந்தகை Bi_2S_3 (கரும்பழுப்பு) தான் உண்டென்று தெரிகிறது. க்ஷார விலயனங்களிலும், க்ஷார-கந்தகை விலயனங்களிலும் பாஷாண, அஞ்சன கந்தகைகள் கரையும். பிஸ்மத-கந்தகை அவற்றிற் கரையாது. பாஷாண-கந்தகை அமோனிய-இங்காலிகஜ விலயனத்திற்கூட கரையும்; மற்றவை கரையா.

அத்தியாயம் 34

இங்காலம் அல்லது கரியம்[1] (Carbon)

சின்னம் C. பரமாணுபாரம் 12·00.

இங்காலம் நான்காவது கணத்தைச் சேர்ந்த தனிப் பொருள். இக்கணத்திலுள்ள மற்ற தனிப் பொருள் களாவன :—சிலகம், ஜெர்மேனியம், வங்கம், ஸீஸம், டைடேனியம், ஜர்க்கோனியம், ஸீரியம், ஹாப்நியம், தோரியம். இக்கணத்தில் இரண்டு உபகணங்களுக்கு முள்ள ஒற்றுமை வேற்றுமைகள் மற்ற கணங்களில் காணப்படுவதுபோல் ஒழுங்காகக் காணப்படவில்லை. இங்காலமும் சிலகமும் உலோகமற்ற தனிப்பொருள்கள். அவைகளின் குணங்களில் அநேக ஒற்றுமைகளைப் பார்க்க லாம். இக்கணத்திலுள்ள எல்லாத் தனிப் பொருள்களும் சதுர்-ஸம்யோக சாமர்த்தியமுள்ளவை. ஸீஸம்மாத்திரம் அதன் நிலையுள்ள பொருள்களில் துவி-ஸம்யோக-சாமர்த் தியத்தையே காட்டுகிறது.

	"க" உபகணம்							"ங" உபகணம்		
	C	Si	Ti	Zr	Ce	Hf	Th	Ge	Sn	Pb
பரமாணு எண்	6	14	22	40	58	72	90	32	50	82
பரமாணு-பாரம்	12·00	28·06	47·90	91·22	140·13	178·6	232·12	72·6	118·7	207·22
திண்மை	1·58—1·65	2·46	3·49	4·19	7·0	13·3	11·2	5.5	7·2	11·4
பரமாணு-பருமன்	7·3—7·6	11·4	13·7	21·8	20·0	13·4	20·8	13·2	16·5	18·2
உருகுநிலை	அதிக அளவு 3500°ச	1460°ச	1800°?ச	1700°?ச	635°ச	2230°ச	1450°ச?	975°ச	232°ச	327°ச

1. கரி நன்கு தெரிந்த பொருள். தனிப்பொருள் 'அம்' என்று முடியவேண்டுமென்ற கொள்கைக்கிணங்க அதைக் கரியம் என்றோம்.

இங்காலம் தனித்து மூன்று வகையாகப் பூமியிலகப் படுகிறது. அவையாவன :—(1) வைரம், (2) லேகலோஹம் (graphite), (3) கரி. வைரமும் லேகலோஹமும் ஸ்படிக வடிவமுள்ளவை. கரிக்கு ஸ்படிக வடிவங் கிடையாது. லேகலோஹமும் சில இடங்களில் அஸ்படிக வடிவமுடையதாகவே அகப்படுகிறது. உயிருள்ள பிராணிகளுக்கும் செடிகொடிகளுக்கும் அடிப்படையாக நிற்பது இங்காலமே. அவ்விரு வர்க்கங்களையுஞ் சேர்ந்த எப்பொருளைச் சூடுசெய்தாலும் கரிமிஞ்சி நிற்கும். இங்காலத்திற்குள்ள விசேஷ குணம் என்னவெனில் அநேக இங்கால பரமாணுக்கள் ஸம்யோகித்து சிக்கலான அணு அமைப்புள்ளனவும் அதிக அணுபாரமுள்ளனவுமான பல பொருள்களைக் கொடுப்பதே. மற்ற எத் தனிப்பொருளும் இங்ஙனம் பல பரமாணுக்கள் ஸம்யோகித்த நீண்டபின்னல் அமைப்புள்ள பொருள்களைக் கொடுக்காது.

சில சேதனப் பொருள்களின் அணுசங்கேதங்களைக் கீழே குறிப்பிடுவோம்.

$C_{10}H_{16}$ கர்ப்பூரத்தைலம் (Turpentine)

$C_{10}H_{16}O$ கர்ப்பூரம் (Camphor).

$C_{12}H_{22}O_{11}$ கரும்புச் சர்க்கரை (Cane-sugar).

$C_{57}H_{110}O_{6}$ மெழுகு (Stearine).

$C_{1200}H_{2000}O_{1000}$ (?) கரையக்கூடிய பசைமா (Soluble starch).

இங்காலத்தின் பரமாணுக்கள் ஒன்றோடொன்று பின்னிக்கொள்ளுஞ் சக்திவாய்ந்தவை யாதலாலேயே இச் சிக்கலான அணு அமைப்புள்ள பொருள்களுண்டாகின்றன. அப்ஜனகம், பிராணவாயு, கந்தகம், ஹரிதக இனங்கள், பாக்கியஜனகம், பாஸ்வரம், இவைகளுடன் இங்காலம் ஸம்யோகித்துப் பல சேதன வஸ்துக்களைக் கொடுக்கிறது. கரியமிலவாயு, சதுப்புநிலவாயு, மண்ணெண்ணெய் வகைகள், பென்ஸீன், அந்துருண்டை,

நிலக்கரி, சுண்ணும்புக்கல் போன்ற பல இங்காலிகஜங்கள் முதலியன நன்கு தெரிந்த இங்காலமுள்ள பொருள்கள்.

வைரமணி :—இங்காலம் மூன்று வகையிலகப்படக் கூடியதென்று சொன்னேம். இவை யொவ்வொன்றும் ரஸாயன கூறளவில் ஒன்றுயிருந்தாலும் ஒவ்வொன்றுக்கும் தனக்கே உரியதும் மற்றவைக்கு வித்தியாசமானதுமான இலக்ஷணங்களுண்டு. பண்டைக்காலம் முதல் மன்னவர்முதல் சாதாரண மக்கள்வரையில் எல்லோராலும் அணியப்பட்டு முக்கிய ரத்தினமாகக் கருதப்பட்டு வருவது வைரமணியே. ஆகையால் முதலில் வைரத்தைப் பற்றிக் கவனிப்போம்.

சம்பவம் :—வைரம் என்பது சுத்தமான இங்கால ஸ்படிகமே. அது முன் வெகு காலம் வரையில் இந்தியாவில்தான் கோல்கொண்டா சுரங்கத்தினின்று எடுக்கப்பட்டு வந்தது. இன்னும் நமது நாட்டில் கிருஷ்ணு நதியின் சமீபத்தில் கொழுத்த சுரங்கங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. அங்குதான் பெயர்பெற்ற கோஹினூர் வைரம் கிடைத்தது. அங்கு இக்காலத்திலும் சிற்சில சமயங்களில் வைரங்கள் ஜனங்களுக்கு அகப்படுகின்றன. மத்திய இந்தியாவில் சில இடங்களிலும் அது கிடைக்கிறது. 1725-ம் வருஷத்தில் தென்னமெரிக்காவிலுள்ள ப்ரஸீல் என்னுமிடத்தில் வைரங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. அன்றுமுதல் அங்குள்ள சுரங்கங்கள் ஏராளமான கமலங்களைக் கொடுத்துக்கொண்டிருக்கின்றன. 1867-ம் வருஷத்தில் தென்ஆப்ரிக்காவில் முதல்முதலில் வைரச் சுரங்கங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. அச்சுரங்கங்கள் உலக வைர வியாபாரத்தையே புரட்சி செய்துவிட்டன. அது முதல், உலகத்திற்குத் தேவையான வைரத்தின் பெரும் பான்மையை அச்சுரங்கங்களே தந்துகொண்டிருக்கின்றன. ஆஸ்திரேலியாவிலும், அமெரிக்க ஐக்கிய-நாடுகளிலும் வைரச் சுரங்கங்களிருக்கின்றன. ஆகாயக்

கற்களில் (meteorites) ஒளிபொருந்திய வைரமும், கறுப்பு வைரமும் சிற்சில சமயங்களிற் காணப்படுகின்றன. நதிகளிலுள்ள மணலிலும் நிலக்கரியிலும் வைரத்துண்டு களைக் காணலாம். இயற்கையிலகப்படும் வைரங்களிற் பலவகைகளுள. 'ரஸரத்னஸமுச்சயம்' என்னும் நூலில் நான்காவது அத்தியாயத்தில் வைரங்கள் இரத் தினங்கள் முதலியவைகளைப்பற்றி விஸ்தாரமாகக் கூறி யிருக்கிறார்கள். அதில், வைரம், "ஆண் வைரம்," "பெண் வைரம்" "நபும்ஸக வைரம்" என்று மூன்று வகைகளாகப் பிரித்துக் கூறப்பட்டிருக்கிறது. எட்டுக் கோணங்களையும், எட்டு முனங்களையும், ஆறு மூலைகளையும், அதிக காந்தியையும், வானவில் நிறங்களைக் காட்டுங் குணத் தையுமுடையதே ஆண் வைரமாம். உருண்டையாயும் தட்டையாயுமிருப்பது பெண் வைரம். உருண்டையாயும் விரிகோணமுடையதாயும் சற்றுக் கனமாயுமிருப்பது நபும்ஸக வைரம். இன்னும் மேற்கண்ட மூன்று வகை களுள், ஒவ்வொன்றையும் நான்கு வகைகளாகப் பிரித் திருக்கிறார்கள். சங்குபோலவும் அல்லிப்பூ போலவு மிருப்பது பிராம்மண வைரம். முயலின் கண்களைப்போற் சிவந்திருப்பது க்ஷத்திரிய வைரம். குளிர்ச்சிபொருந்திய வாழை இலையின் நிறமுடையது வைசிய வைரம். நன்றாய்த் தீட்டப்பட்ட கத்தியின் நிறத்தையுடையது சூத்திர வைரம். இக்காலத்தும், சாதாரணமாக எத்தேசத்திலும் வைரத்தை நான்கு வகைகளாகப் பிரித்து விற்கிறார்கள். (1) முதல்தர வைரம், இதில் யாதொரு தோஷமும் இருக்காது. அது பெரும்பாலும் நிறமற்றதே. அது மெத்த விலையுயர்ந்தது. (2) இலேசாய் மஞ்சள் குளித்த வைரம். (3) நீல ஓட்டம், சிவப்போட்டம், பச்சை யோட்டமுள்ள வைரம். இந்நிற மாறுபாடு, வைரத் துடன் வேறு சில உலோகங்கள் கலந்திருப்பதால் ஏற்படு கிறது. (4) சாம்பல் குளித்த அல்லது கறுப்பு வைரம் (Boart or carbonado). கடைசி வகை மிகவும் மட்டமான

வைரம். பாறைகளைத் துளைக்குங் கருவிகளைத் தயாரிப்ப திலும் இரத்தினங்களை அறுத்துப் பட்டைபோட்டு மெரு கிடுவதிலும் கறுப்பு வைரங்கள் உபயோகிக்கப்பட்டு வரு கின்றன.

இயற்கையில் வைரம், கூழாங்கற்களைப்போல் மண்ணு டன் பதிந்து பூமியிலகப்படும். அம்மண்ணை எந்திர-உதவி யினுல் வெட்டியெடுத்து அதினின்று கமலங்களையெடுத்துச் சுத்திசெய்வார்கள். டன்கணக்கான மண்ணிலிருந்து சில காரட்டுகள்தான் கிடைக்கும். அபக்குவநிலையில் அதைப் பார்த்தால் வைரமென்று நமக்குத் தோன்ருது. அதைச் சரியானபடி வெட்டிப் பட்டைபோட்டு மெருகேற்றிய பிறகே, அதன் ஜ்வலிப்பும் காந்தியும் வெளித் தோன்றும். வைரத்தின் ஒளி வீசுந்தன்மை அதன் பிரதி பலிக்குஞ் சக்தியையும் (Reflecting power), வக்ரபாவ சக்தியை யும் (Refracting power) பொறுத்திருக்கிறது. இரத் தின அறுப்பு வேலைசெய்வோன், வைரக்கல்லின் உள்ளி ருந்து ஒளி முற்றிலும் பிரதிபலிக்கும்படியாக அதற்குப் பட்டை தீட்டுவான். பெல்ஜியத்திலுள்ள ஆண்ட்வர்ப்பும் ஹாலண்டிலுள்ள ஆம்ஸ்டர்டாம் என்னுமிடங்களே பட்டைபோடுவதில் புகழ்ச்சிபெற்ற இடங்கள். இதனு லேயே உட்டாணி வைரங்கள் நன்ருய் "டால்" அடிக் கின்றன. உட்டாணி வைரத்தின் வடிவத்தைக் கவனிக்க, அதன் அடிபாகம் பஹுபுஜ கோபுர வடிவமுடையதாக வும், மேற்பாகம் பல சிறு முகங்களையுடையதாகவுங் காணப் படுகின்றன. நடப்பிலிருக்கும் சுத்தமாகப் பட்டைபோ டப்பட்ட வைரத்திற்கு "ப்ரிலியண்ட்-கட்" (Brilliant-cut) என்று பெயர். அவ்விதம் வெட்டப்பட்ட வைரமணி யில் மேற்பாகத்தில் 33 பட்டைகளும் கைவாரத்திற்குக் கீழ் 25 பட்டைகளும் ஆக 58 பட்டைகள் காணப் படும். அம்முகங்களின்மேல் விழும் ஒளியானது, முற்றி லும் உள்ளே பிரதிபலித்துப் பின் வெளிவரும்பொழுது ஜ்வலிக்கிறது. இயற்கையிலகப்படும் வைரக்கற்கள் அநே

கமாய்ச் சிறிதாகவே இருக்கும். சில சமயங்களில் பெரிய கற்களும் அகப்படலாம். ட்ரான்ஸ்வால் தேசத்தில் "கிம்பர்லி" சுரங்கத்தில் 1905-ம் வருஷத்தில் 3026 காரட் நிறையுள்ள (1 காரட் = 0·2054 கி.) ஒரு வைரக்கட்டி அகப்பட்டது. அதற்கு "குல்லினன் வைரம்" (Cullinan diamond) என்று பெயர். 'கோஹினூர்' (இதற்கு 'ஒளிமலை' என்று பொருள்) என்ற வைரம் 186 காரட் நிறையுள்ள கல்லிலிருந்து தயார்செய்யப்பட்டது. இது இந்தியாவில் உண்டான உயர்தர வைரம். அதன் நிறை 106 காரட். ஆகையால் பட்டைபோடுஞ் சமயத்தில் 80 காரட் வெட்டி எடுத்துவிடவேண்டியிருந்தது. "எக்ஸெல்ஸியர்" அல்லது "நிகரிலான்" (Excelsior), "விக்டோரியா" (Victoria), "ஹோப்" (Hope) அல்லது 'மனோரதம்,' "ஸ்டார் ஆப் தி ஸௌத்" (Star of the South) அல்லது "தக்ஷிண-தாரை" என்பவை பெயர் பெற்ற மற்ற வைரமணிகள். அவற்றின் எடை மதிப்பு முதலியவற்றையும் இன்னுஞ் சில கியாதிபெற்ற வைரங்களைப்பற்றியும் அடியிற் கண்ட ஜாப்தாவில் குறிப்பிடுவோம்.

கியாதிபெற்ற சரித்திர சம்பந்தமாயுள்ள வைரங்கள்

(கோபல்தாஸ் கம்பெனியார் விளம்பரப் புத்தகத்திலிருந்து.)

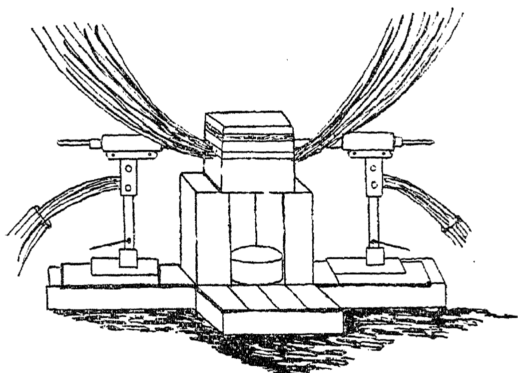
வைரமணியின் பெயர்	எடை காரட்டில்.	மதிப்பு ரூபாயில்	வைரமணியின் பெயர்	எடை காரட்டில்.	மதிப்பு ரூபாயில்
குல்லினன்	$516\frac{1}{2}$	—	டிபனி (ஆரஞ்சு)	126	—
நைஸாம்	340	—	ஸ்டார் ஆப் தி ஸௌத் (ப்ரஸில்)	125	6,00,000
எக்ஸெல்ஸியர்	239	—	ஸ்வேர்ட்	120	—
ஜுபிலி	239	7,50,000	கோஹினூர் (இந்தியா)	106	60,00,000
டி பீர்ஸ்	228	—			

வைரமணி யின் பெயர்	எடை காரட்டில்	மதிப்பு ரூபாயில்	வைரமணியின் பெயர்	எடை காரட்டில்	மதிப்பு ரூபாயில்
ஆர்லாப்	195	55,50,000	ஷா ஆப் பர்ஷியா	86	4,50,000
கிரேட் மொகல்	188	63,00,000	நாஸக்	79	4,50,000
டாரியானூர்	186	—	அக்பர்ஷா	71	3,49,000
கிரேட் ஒயிட்	180	3,00,000	ஸென்ஸி	$53\frac{3}{4}$	6,00,000
ஸ்டார் ஆப் மைன்ஸ்	174	—	எம்ப்ரஸ்யூஜினி	51	—
போர்டர் ரோட்ஸ்	150	—	பிக்கட்	$47\frac{1}{2}$	4,50,000
ஹோப்-ப்ளூ	$144\frac{1}{2}$	4,50,000	டிரெஸ்டன் (ஆபிள்-பச்சை)	40	4,20,000
பிட் அல்லது ரீஜண்டு	136	72,00,000	போலார்-ஸ்டார்	40	2,25,000
டஸ்க்கனி	133	—	பால் I (ரூபிரெட்)	10	—

ஒரு வைரத்தின் மதிப்பு அதன் நிறையை மட்டும் பொறுத்திருக்கவில்லையென்று மேற்கண்டதினின்று விளங்கும். நிறம், சுத்தம், எடை, பூரிப்பு என்பனவே ஒரு வைரத்தின் விலையை நிகஷ்கரிக்க ஆதாரங்கள். மதிப்பிட முடியாத சில வைரங்களுமுள என்பதை மேற்கண்ட ஜாப்தா அறிவிக்கும்.

வைரத்தினுற்பத்தி :—வைரம் இயற்கையில் எவ்விதமுண்டாகிறதென்பதைச் சரியானபடி இன்னும் ஒருவரும் விளக்கிக்காட்டவில்லை. உருகிய இரும்பிலிருந்தும் உருகிய கற்களிலிருந்தும் கரைபட்ட கரி அதிக அமுக்கநிலையில் ஸ்படிகரிக்கும்பொழுது வைரமாக மாறுகிறது என்று எண்ணப் பல காரணங்களிருக்கின்றன. "கல்லை வைரமணியாக்கல்" என்று கவியரசர் சுப்பிரமணி பாரதியார் பாடியதும் உண்மைபோலும்! ஆகாயத்திலிருந்து விழும் கற்கட்டிகளைச் சோதித்துப்பார்க்க, அவைகளுக்குள் இரும்புக்

கட்டிகள் காணப்படுகின்றன. இரும்பை அமிலதிரவத்திற் கரைத்துவிட, சிறிய வைரக்கற்கள் தோன்றும். இந்நிகழ்ச்சியே பிரான்சுதேசத்து ரஸாயன நிபுணரான “மாயிஸான்” என்பவரை “வைரத்தை ஏன் கரியிலிருந்து செய்யக்கூடாது?” என்று யோசிக்கச்செய்தது. அவர் பல அரிய பெரிய சோதனைகளைச் செய்யத் தொடங்கினார். கடைசியாக அவர் செய்த சோதனையைப்பற்றி இங்கு கூறுவோம். லேகலோஹத்தாற் செய்யப்பட்ட மூசையில், இரும்பையும் சர்க்கரையிலிருந்து தயாரித்த



மின்னுலை

படம் 149.

கரியையும் அமுக்கி, மூசையை மின்சார அடுப்பிற் சூடு செய்தார் (700 ஆம்பியர்; 40 வோல்ட்). இரும்பு உருகிக் கரியைக் கரைத்துக்கொண்டது. இரும்பு ஆவியாய் மாறும் நிலையில், மூசையைத் திடீரென்று தண்ணீரில் (அல்லது உருகிய ஸீஸத்தில்) அமுக்கினார். அச்சந்தர்ப்பத்தில் வெளிப்பாகத்திலுள்ள திரவ-இரும்பு திட ஸ்திதிக்கு மாறியதாலும், அது திட ஸ்திதிக்கு மாறியபொழுது

அதன் பருமஅளவு அதிகப்பட்டதாலும் உள்ளிருக்குந் திரவம் அதிக அமுக்கத்தால்[1] அழுத்தப்பட்ட நிலையிலேயே திட ஸ்திதிக்கு மாறியிருக்கவேண்டும். அந்த நிலை மாறுதலில் கரைந்திருந்த கரியை அது கக்கிவிட, ஸ்படிக இங்காலவகைகள் உண்டாயின. பிறகு, இரும்பை அமிலங்களிற் கரைக்க, லேகலோஹச் செதிள்களும், சிறிய கறுப்பு வைரத்துண்டுகளும், ஒளி ஊடுருவிச் செல்லத்தக்க சில சிறு வைரமணிகளும் மீதி நின்றன. இம்முறையிற் சிறு துண்டுகளே உண்டாகின்றன. மேலும் இம்முறையில் தயாரித்த வைரம் இயற்கை வைரத்தைப்போல் மூன்று பங்கு விலையாகிறது. ஆபரணத்திற்குரிய வைரங்களை இம்முறையில் உண்டாக்கமுடியாதென்று தோன்றுகிறது.

குணங்கள் :—கடினத்துவமுள்ள பொருள்களில் முதன்மையானது வைரமே. "வைரத்தை வைரத்தால்தான் அறுக்கமுடியும்" என்ற பழமொழியும்,

"வைரவூசியும் மயன்வினை யிரும்பும்
தமக்கமை கருவியும் தாமாம்"

என்ற பெரியார் வாக்கும் அதன் கடினத்துவத்தை காட்டுகின்றன. வைரத்தை வைரத்தின் பொடியால் மாத்திரம் வெட்டலாம்; கீறலாம். இதற்கு, கீழ்த்தரமான குறைந்த வைரக் கற்களைத் தூளாக்கி உபயோ

[1] இரும்பின் மேற்பாகத்தில் இங்கால-ஏக-பிராணை தங்கிநிற்பதே சாதாரணக் கரி இச்செயற்கை முறையில் வைரமாக மாறுவதின் முக்கிய காரணமென்றும், அதிக அமுக்கம் அதற்குக் காரணமில்லையென்றும் ஸர் சால்ஸ் பார்ஸன்ஸ் (Sir Charles Parsons 1907, 1908) செய்த சோதனைகள் காட்டுகின்றன. லேகலோஹத்தின் திண்மையைவிட வைரத்தின் திண்மை 50% கூடுதலாயிருப்பதால், லேகலோஹத்தை அதிக அமுக்கங் கொண்டு வைரமாக மாற்றலாமென்று தோன்றலாம். எவ்வதிக உஷ்ணநிலையிலும் அமுக்கத்தால்மட்டும் லேகலோஹத்தை வைரமாக ஆக்கமுடியவில்லை.

கிப்பார்கள். ஒரு நிமிஷத்தில் பல ஆயிரம் முறை அதி விரைவாய்ச் சுற்றும் ஒரு சிறிய உருக்குச் சக்கிரத்தில் வைரத் தூளும் எண்ணெயும் விட்டு வெட்டுவார்கள். வெட்டவேண்டிய வைரக்கல்லை ஈயத்தில் மாட்டி அதை ஒரு தண்டில் பூட்டி தண்டின் ஒரு தலைப்பை சுற்றிக் கொண்டிருக்கிற உருக்குச் சக்கிரத்தில் வைத்து வைரம் மாட்டியிருக்கிற மற்றத்தலைப்பிலே தேவையானபடி பாரம் வைத்து அமர்த்துவார்கள். வைரமறுப்பவர்கள் மிகச் சாமர்த்தியசாலிகளாக இருக்கவேண்டும். வைரத்தை விரும்பியபடி எந்த மாதிரியாகவும் வெட்ட முடியாது. வைரம் போன்ற ஸ்படிகங்கள் எந்தப் பாட்டுக்கும் ஒரே சரியாய் உடைபடாமல் அததன் முதல் வடிவத்திற்குரிய நேரில் மாத்திரம் இலேசாகப் பிளபடக்கூடும். இத்தன்மைக்கு "பிளக்கும் நேர்" (Cleavage) என்று பெயர். ஸ்படிகங்களுக்கு இத்தன்மை யுண்டென்று கல் நகை செய்வோர்களுக்கு வெகு காலமாகத் தெரியும். கற்களுக்குச் சாணை பிடிப்பதற்குப் பதிலாக அவற்றைப் பிளந்து செப்பனிடுகிறார்கள். வைரக்கல் நாலு நேருக்கும் அழுத்தமாய்ப் பிளபடும். வைரத்தின் வக்ரபாவ கணகம் (Refractive index) 2·417 (D. கோட்டின்). ஆனதுபற்றியேதான் வைரத்தை ஆபரணங்கள் செய்வதற்கு உபயோகிக்கிறோம். மேலும் வைரத்தை ஓரபூர்வ ஔஷதமாக ஆயுர்வேத சாஸ்திரங்கள் வர்ணிக்கின்றன. உதாரணமாக 'ரஸரத்னஸமுச்சியம்'—என்னும் நூலில் பின்வருமாறு கூறப்பட்டிருக்கிறது. "நீண்ட ஆயுளைக் கொடுக்கக்கூடியதாயும், பல விருத்தி ஔஷதமாயும், வாத, பித்த, சிலேஷ்ம தோஷங்களை நிவர்த்திக்கக்கூடியதாயும், சகல ரோகங்களையும் நாசஞ் செய்யக்கூடியதாயும், பாதரஸத்தைப் பந்தப்படுத்துங் குணமுடையதாயும் இருப்பது வைரமணியே."

வைரமணியின் வழியே X கிரணங்கள் (X-Rays) ஊடுருவிச் செல்லும். இந்நாட்களில் விற்பனையாகும்

போலி வைரங்களுக்கு இக்குணங் கிடையாது. வைரத்தின் திண்மை 3·52. வைரம் அழியாது.

வைரம் ஒரு திராவகத்திலும் சாதாரணமாகக் கரைவதில்லை. ஆனால், கந்தகிகாமிலத்திற் கரைந்த பொட்டாஸிய-து்வி-கிரோமிகஜ விலயனம் 200°ச உஷ்ண நிலையில், வைரத்தைத் தாக்கி, மெதுவாகப் பிராணீகரிக்கும். வைரத்தைப் பிராணவாயுவில் 800°ச—900°ச-ல் சூடு செய்ய, அது பற்றி யெரிந்து கரியமிலவாயுவாக மாறும். இச்சோதனை செய்ததன் பயனாகவே, லவாசியர் "வைரம் கரியின் ஒரு பேதம்" என்பதை ஊர்ஜிதப்படுத்தினார் (1772).

உபயோகங்கள் :—ஆபரணங்கள் செய்வதற்கும் மற்ற இரத்தினங்களை யறுத்துப் பட்டை இடுவதற்கும், கண்ணாடித் தகடுகளை அறுப்பதற்கும் (படக்கடையில் வைர ஊசி கொண்டு கண்ணாடித் தகடுகளை அறுப்பதைப் பார்க்கவும்) இன்னும் இரத்தினம், உலோகம் முதலியவைகளுக்கு மெருகேற்றுவதற்கும் வைரம் உபயோகப்படுகிறது.

லேகலோஹம் அல்லது கறுப்பீயம்
(Graphite or black lead)

கரியின் இரண்டாவது தோற்ற பேதமாகக் காணப்படுவது லேகலோஹம். அது எழுதுவதற்குச் சாதகமாக விருப்பதால் (Grapho=நான் எழுதுகிறேன்) அதற்கு லேகலோஹம் என்று பெயரிடுவோம். அதை 'வரையம்' என்றுஞ் சொல்லலாம். முன்னாளில் அதை ஒருவகை ஈயசத்தாகக் கருதி "காரீயக்கல்" (Black lead) என்று பெயரிட்டிருந்தனர். அது அதிக அளவில் இலங்கைத் தீவு, பொஹீமியா, ஸைபீரியா, ஸ்பெயின், காலிபோர்னியா, கானடா ஐக்கிய நாடுகள் முதலிய தேசங்களில் அகப்படுகிறது. நம் நாட்டிலும் பல இடங்களில் அது சிறிதளவிற் கிடைக்கிறது.

உண்டாக்கும் முறைகள் :—வைரத்தைக் காற்றுப் படாமல் 1000°-க்குச் சூடு செய்தாலும், அல்லது கரியை இரும்பிற் கரைத்து அவ்விலயனத்தைக் குளிர விட்டாலும், லேகலோஹம் உண்டாகும். இயற்கையிலகப்படும் லேக லோஹம் அசுத்தமாயிருப்பதாலும் தொழில் முறைகளில் அது அதிக உபயோகமுள்ளதாயிருப்பதாலும், இப்பொழுது அகிஸன் (Acheson) முறையால் "நயகரா" என்னும் இடத்தில் அதிக அளவில் கரியிலிருந்து அதைத் தயாரிக்கிறார்கள். நிலக்கரி அல்லது மற்று எந்தக் கரியை யாவது பொடி செய்து சிறிதளவு அயிக-பிராணையுடனும் (ஸ்பர்சகர்த்தா) மணலுடனும் சேர்த்து மின் உலைகளிற் காற்றுப்படாமல் தீவிரமாக 24 மணிக்குமேல் 30 மணிக்குள்ளாகச் சூடு செய்ய, கரி சுத்தமானதும் மிருதுவானது மான லேகலோஹமாக மாறிவிடும். அவ்விதந் தயாரித்து உபயோகிக்கப்படும் லேகலோஹம், மொத்தமாகச் செலவாகும் அப்பொருளில் அற்பப்பங்கே. இயற்கை லேக லோஹத்தைவிட செயற்கை லேகலோஹம் அதிக விலையுள்ளது.

குணங்கள் :—அதிக உஷ்ண நிலையில் நிலையுள்ளதாயிருப்பது லேகலோஹமே. வைரம் மிகக் கடினமாயிருப்பதற்கு நேர் விரோதமாக லேகலோஹம் மிக மிருதுவாயிருக்கிறது. அதன் திண்மை 2·17—2·32. அது நல்ல மின் சாரவாஹி; நல்ல உஷ்ணவாஹியும் கூட. ஆகையால் அநேக தொழில் முறைகளில் அதை மின்துருவங்களாக உபயோகிக்கிறார்கள். காற்றுப்படாத நிலையில் அது அதிகச் சூட்டால் 3300°ச-ல் கூட தாக்கப்பட்டு மாறுபாடடைவதில்லை. காற்றில் 700°ச-க்குச் சூடு செய்ய, அது பற்றி யெரிந்து கரியமில வாயுவாக மாறும். ரஸாயன பிரதிகாரகங்களால் அது சாதாரணமாகப் பீடிக்கப்படுவதில்லை. பொட்டாஸிய-துவி-கிரோமிகஜங் கரைந்த கந்தகிகாமில விலயனம் அதை மெதுவாகப் பிராணிகரிக்கும். சில லேக லோஹ வகைகள் நீரிட்ட பாக்கியகாமில விலயனத்துடன்

சூடு செய்யப்பட, பொருமும். அதை பொட்டாஸிய-ஹரிதகிகஜத்துடனும் சுண்டின பாக்கியகாமிலத்துடனுஞ் சூடு செய்து (ப்ராடீ-Brodie 1855) விளைபொருளை அமிலித்த பரமாங்கனிகஜத்துடன் விகாரிக்கச் செய்ய, லேகலோஹிகாமிலம் (Graphitic acid) உண்டாகும்.

உபயோகம் :—எழுதுகோல்களைத் தயாரிப்பதில் லேகலோஹம் உபயோகப்படுகிறது. அதைச் சுத்தமான களிமண்ணுடன் சேர்த்து நன்றாய் அரைத்து, வேண்டிய உருவமுள்ள அச்சின் துவாரத்தின் வழியே உரிய யந்திரங் கொண்டு அமுக்கிப் பிழிய நீண்ட திரியாய் வெளிவரும். அதை வேண்டிய அளவில் வெட்டி, போதுமான வரையிற் சூடு காட்டி வேகவைத்துப் பின்பு, மரக்கட்டைகளில் அடைப்பார்கள். அதிகச் சூட்டைத் தாங்கி நிற்கும் மூசைகளையும், மின்துருவங்களையும், 'கார்போரண்டம்' என்னும் மெருகிடும் வஸ்துவையும், வேறு மெருகுபொடிகளையுந் தயாரிக்க அது உபயோகப்படுகிறது. தனித்த நிலையிலும், எண்ணெய்களுடன் சம்பந்தப்பட்ட நிலையிலும் (Oildag) தண்ணீருடன் சம்பந்தப்பட்ட நிலையிலும் (aquadag) அது ஓர் அபூர்வ வழவழப்புள்ள மசகாக (மையாக) பல யந்திரங்களில் உபயோகிக்கப்படுகிறது. எண்ணெய் சம்பந்தப்பட்ட லேகலோஹப் பூச்சை இரும்பு சாமான்களின்மேற் றடவினால், அது அவற்றைத் துருப்பிடிக்காமற் காக்கும். மின்சார முறையில் அச்சுத் தகடுகள் தயாரிக்கப்படும்பொழுதும் (Electrotyping) வெடிமருந்துக்குப் பளபளப்புக் கொடுப்பதற்கும் (polishing) அது உபயோகப்படுகிறது. நமது நாட்டில்மட்டும் வருஷந்தோறும் மூன்று லக்ஷரூபாய் பெறுமானத்திற்குமேலேயே, லேகலோஹப் பூச்சுகளும் வர்ணங்களும் லேகலோஹமூசை வகைகளும் வெளிநாடுகளிலிருந்து இறக்குமதியாகின்றன. இதிலிருந்தே அதன் பிரயோசனம் நன்கு விளங்குகிறது.

அஸ்படிக-இங்காலம் (Amorphous Carbon)

ஸ்படிக வடிவமற்ற கரிவகைகள் அநேகமுள. அவைகளில் முக்கியமானவை :—

1. சர்க்கரைக்கரி (Sugar-carbon)
2. விளக்கு மை அல்லது விளக்குக்கரி (Lamp-black)
3. மரக்கரி (Wood charcoal)
4. பிராணிக்கரி (Animal charcoal) இரத்தம் எலும்பு முதலியவைகளை எரித்ததாலுண்டான கரி
5. வாயுக்கரி (Gas-carbon)
6. சுட்ட நிலக்கரி (Coke)
7. நிலக்கரி வகைகள் (Coal)

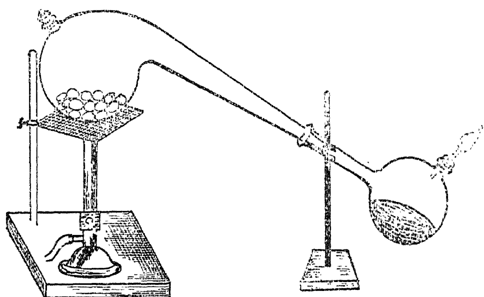
(1) இவ்வகைகளில் மிகவுஞ் சுத்தமானது சர்க்கரைக் கரியே. சுத்தமான வெள்ளைச் சர்க்கரையைப் பிளாடினக் கிண்ணங்களிற் சூடு செய்ய, அது கரியாக மாறிவிடும். அதை முதலில் ஹரிதகத்திலும் பின்பு அப்ஜனகத்திலுஞ் சூடு செய்து சுத்தப்படுத்தலாம். அதன் திண்மை 1·8.

(2) எண்ணெய் விளக்குகள் போதுமான பிராணவாயுவில்லாத சமயத்தில் எரியும்பொழுது விளக்கு மை உண்டாகும். வார்ப்பிரும்பு வாலைகளிற் கொழுப்புக்களையும் எண்ணெய்களையும் கீல் (Tar) முதலிய பொருள்களையும் போதுமான காற்றைக் கொடுக்காமற் சூடுசெய்து, வெளிவரும் புகையை ஓரறைக்குட் செலுத்துவார்கள். அறையில் தொங்கவிட்டிருக்கும் முரடான கம்பளங்களின் மேல், புகை படியும். அவ்வகைக் கரித்தூளில், சில அப்ஜ-இங்காலங்களும் (Hydrocarbon) எண்ணெய் முதலியவைகளுங் காணப்படும். அக்கரித்தூளை ஹரிதகத்திற் சூடு செய்ய, அசுத்தங்கள் யாவும் நீங்கிவிடும். அச்சு மை, தோல்சாமான்களுக்கு மெருகிடும் பூச்சுக்கள், இந்திய-மை (Indian-ink) முதலியவைகளைத் தயார்செய்வதற்கு விளக்கு மை உபயோகப்படுகிறது.

(3) **மரக்கரி** :—மரக்கட்டைகளைக் காற்றுப்படாமற் சூடுசெய்ய, மரக்கரி தங்கி நிற்கும். ஒரு குழியை வெட்டி அதற்குள் மரத்துண்டுகளைப் போட்டு, சற்று ஈரமுள்ள மண்ணால் மூடி, மரத்துண்டுகளைக் கொளுத்தி எரியவிட, கடைசியில் அவை கரியாக மாறிநிற்கும். அம்முறையில், பல உபயோகமுள்ள பொருள்கள் வியர்த்தமாகிவிடுகின்றன. காற்றுப்படாமல் மரத்துண்டுகளைப் பெரிய வாலைகளிற் சூடுசெய்ய, நிலையற்ற பொருள்களெல்லாம் ஆவியாக வெளியேறும். வெளியேறும் ஆவியை உரிய உபகரணங்களிற் குளிரவிட, அவ்வாயுவிலுள்ள சில பொருள்கள் திரவமாக மாறி, கிரஹணீ பாத்திரங்களில் தங்கும். மீதியுள்ள வாயு எரிபொருளாதலால் எரிப்பதற்கு அதை உபயோகித்துக்கொள்ளலாம். அப்ஜனகம், இங்கால-ஏக-பிராணை, சதுப்பு நிலவாயு, அஸெடிலீன் முதலிய வாயுக்கள் மேற்கண்ட வெளியேறும் எரிவாயுவில் இருக்கும். கிரஹணீ பாத்திரத்திற் படிந்த திரவத்தில் மரக்கிலெண்ணெய்யும் (wood tar) மரச்சாராயமும் (wood spirit) சாராயிகாமிலமும் அஸெடோனும் சில எண்ணெய்ச் சத்துக்களும் காணப்படும். எரிந்த கரி விரகின் மாதிரியாகவே இருக்கும். ஆகினுஞ் சிறுத்துப்போம். மேற்காட்டிய முறையில் விளைபொருள்கள் கீழே குறித்துள்ள அளவில் காணப்படலாம்.

கரி	23·3
மீதில சாராயம் (மரச்சாராயம்) ...	0·8
காடி அல்லது சாராயிகாமிலம் ...	1·0
அஸெடோன், தார் முதலியவை...	4·0
தண்ணீர்	45·9
எரிவாயு	25·0
மரம் ...	100

150-வது படத்திற் காட்டியபடி வாலையில் மரத்துண்டைச் சூடு செய்ய, கிராஹனி பாத்திரத்தில் திரவம் வந்து தங்கு வதையும், வெளிவரும் வாயுவைக் கொளுத்திவிட அது எரிவதையும் பார்க்கலாம்.



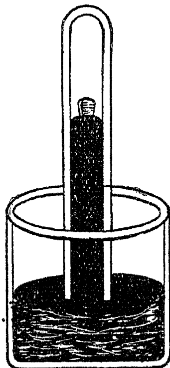
மரத்துண்டுகளைக் காற்றுப்படாமற் சூடுசெய்தல்

படம் 150

குணங்கள் :—மரக்கரிக்குள் பல நுண்ணிய துவாரங் களிருப்பதால் அதில், காற்றுப்புகுந்திருக்கும். ஆனதால் தான் சாதாரணமாகக் கரித்துண்டு தண்ணீரில் மிதக்கிறது. கரித்துண்டை தண்ணீருக்குள் அமுக்கி வைத்துத் தண் ணீரைச் சூடு செய்ய, கரித்துண்டிலுள்ள காற்று வெளி யேறிவிடும். அத்தண்ணீரைச் சிறிது நேரங் கொதிக்க விட்டபின் அக்கரித்துண்டு தண்ணீரில் அமுங்கிவிடும். அதன் சராசரித் திண்மை 1·5.

வாயு, திரவ, திடப்பொருள்களைச் சோஷித்துக் கொள்வதில், கரி வெகு திறனுடையது. கரி மிக நுண் ணிய துவாரம் பொருந்தியிருப்பதால் அதன் பரப்பு மிக்க அதிகமாகும். ஒரு கிராம் நிறையுள்ள நல்ல வகைக் கரி, நூற்றுக்கணக்கான சதுர மீட்டர் பரப்புள்ளதாயிருக்கும். இதுவே கரியின் சோஷண சக்திக்குக் காரணம். ஒரு கொட்டாங்கச்சித் துண்டைக் காற்றுப்படாமல் ஒரு

மூடிய பாத்திரத்திற் சூடு செய்து கரியாக்கி, அதை இரஸத்திற் குளிரவிடு. இரஸத்தின்மேல் ஒரு குழாய்க்குள் நிற்கும் அமோனியா வாயுவைத் தொட்டு நிற்கும்படி அக்கரித்துண்டைக் குழாய்க்குள் விட்டுவிட, சிறிது நேரத்திற்கெல்லாம், அது வாயுவை உறிஞ்சிவிடும்; இரஸமும்



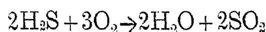
கரி ஒரு நல்ல சோஷணி

படம் **151**

குழாய்க்குள் மேலே ஏறிவிடும். இவ்வுறிஞ்சுதலை "அட்சார்ப்ஷன்" (adsorbtion) என்று ஆங்கிலத்தில் சொல்லுவார்கள். உஷ்ண நிலை குறையக்குறைய, கரியின் உறிஞ்சுஞ் சக்தியு மதிகரித்துக்கொண்டேவரும். 760 ஸ. மீ. அமுக்க நிலையிலும் 0°ச உஷ்ண நிலையிலும் ஒரு பருமஅளவு கொட்டாங்கச்சிக்கரி

171 பரும அளவு அமோனியாவையும்
75 பரும அளவு எதிலீன் வாயுவையும்
68 பரும அளவு கரியமிலவாயுவையும்
21 பரும அளவு இங்கால-ஏக-பிராணே வாயுவையும்
18 பரும அளவு பிராணவாயுவையும்
15 பரும அளவு பாக்கியஜனக வாயுவையும்

உறிஞ்சிக்கொள்ளுஞ் சக்தியுடையது. 'டீவார்' (Dewar) என்பவர் 1 க.ச.மீ. கரி 0°ச உஷ்ணமும் 76 ச.மீ. அமுக்கமும் பொருந்திய நிலையில், 4 க.ச.மீ. அப்ஜனகத்தையும், —185° உஷ்ணமும், 76 ச.மீ. அமுக்கமும் பொருந்திய நிலையில், தி.உ.அ. நிலையிலுள்ள 35 க.மீ. அப்ஜனகத்தையுமுறிஞ்சிக்கொள்ளும் என்று கண்டுகொண்டார். அக்குணத்தின் பயனாகவே 'வெற்றிடத்தை' உண்டுபண்ணிய இடங்களிற் சிறிதளவு மீதி நிற்கும் வாயுவை அநேகமாய் முற்றிலும் உறிஞ்சிவிடுவதற்குக் கரியை உபயோகித்தார். இம்முறையாலேயே "சூடுவிடாக்கூஜாக்களை"த், (Thermos flasks) தயார் செய்கிறார்கள். மேலும் ஸௌரம் முதலிய அபூர்வ வாயுக்களைத் தயார்செய்வதிலும் இம்முறை கையாளப்படுகிறது. எளிதில் திரவமாகும் வாயுக்களை அதிக அளவிலும், எளிதில் திரவமாகாத வாயுக்களைக் குறைந்த அளவிலும் கரியுறிஞ்சுமென்பதை மேற்காட்டிய அட்டவணை காட்டுகிறது. கரியின் மேற்பாகத்தில் சோஷிக்கப்பட்டு நிற்கும் பொருள்கள் மிக்க வீரியம் பொருந்தியவை. உதாரணமாக, ஹரிதகத்தைச் சோஷித்த கரித்துண்டை ஒரு அப்ஜனகமுள்ள ஜாடியில் தணிக்க, இரு வாயுக்களும் ஐக்கியமாகும்; அப்ஜனக-ஹரிதகையுண்டாகும். கரி ஒரு ஸ்பர்ச கர்த்தாபோலும். அதே விதமாக அப்ஜனக-கந்தகையைச் சோஷித்த கரித்துண்டை, பிராண வாயுவிருக்கும் ஜாடியில் தணிக்க, இரு வாயுக்களும் விகாரிக்கும்; தண்ணீரும் கந்தக-துவி-பிராணையும் உண்டாகும்.



$$2H_2S + 3O_2 \rightarrow 2H_2O + 2SO_2$$

விகாரத்திலேற்படும் உஷ்ணம் கரியைப் பற்றியெரியச் செய்யும். சாக்கடைகளையும் இன்னும் மற்ற துர்க்கந்தம் பொருந்திய இடங்களையும் நாற்றமறச் சுத்தி செய்யும்பொருட்டுக் கரியை உபயோகிக்கிறார்கள். குடல் முதலிய இடங்களில் சில வாயுக்கள் உண்டாகித் தங்கியிருப்பதால் வயிற்று உப்பசம் ஏற்படலாம். அந்நோய்க்குக் கரித்தூள் சேர்ந்த

ரொட்டி (Charcoal biscuit) ஒரு கைகண்ட ஔஷதமாக உபயோகிக்கப்படுகிறது. நச்சுவாயுக்களையும் நாற்றங்களையும் சுவாசியாமல் தடுப்பதற்காக கரிக்குரிய இத்தன்மையைப் பொறுத்து சுவாசினி (Respirator) என்ற கருவி தயாரிக்கப்படுகிறது. அதில் விசேஷமாய்த் தயாரிக்கப்பட்ட அதிவீரியமுள்ள கரியும் மற்றுஞ் சில சோஷணிகளும் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். அக்கருவியை முகத்தில் கட்டிக்கொள்ள, சுவாசிக்கும் காற்றெல்லாம் இதற்கூடே செல்ல, அதிலுள்ள விஷத்தன்மையுள்ள வாயு நீங்கும். துர்நாற்றமுள்ள நோயறைகள், கப்பலின் கீழறைகள், காற்றோட்டமில்லாத கிட்டங்கிகள், பிரேதசோதனை அறைகள், விஷ வாயுக்களுள்ள போர்க்களங்கள் முதலிய இடங்களில் புழங்குகிறவர்களுக்கு இச் சுவாசனிகள் மிக்க நயமென்று கூறவும் வேண்டுமோ?

லிட்டமஸ், நீலச் சாயம், தேத்தண்ணீர், பாடலகம் முதலிய பொருள்களுள்ள விலயனங்களைக் கரித்தூளுடன் சேர்த்துச் சிறிது நேரங் கொதிக்கவிட்டுப் பின்பு வடிகட்ட, வடிதிரவம் நிறமற்றதாகவிருக்கும். அதனால் சாயம் முதலிய திடவஸ்துக்களையுஞ் சோஷிக்க வல்லது கரித்தூள் என்பது வெளியாகும். உமிக் கரியைப் பற்பொடியாக உபயோகித்தாற் பற்களிற் படிந்த அழுக்குகள் விலகும்; பற்களும் நன்றாய் வெளுக்கும்; மேலும் வாயிலுள்ள துர்நாற்றமும் அகலும். சாராயங்களைச் சுத்தி செய்வதற்கும், குடிதண்ணீரைச் சுத்தி செய்வதற்கும், திரவங்களைக் கரி வழியாக வடியச் செய்கிறார்கள். இப்படி ஒரு முறை வழங்குதலால் கரியின் உறிஞ்சுந்தன்மை அற்றுப்போம். ஆயினும் அதை ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையுடன் கொதிக்கவிட்டுக் கழுவிச் சூடிட்டாவது, அல்லது தனிமையாய்ச் சூடிட்டாவது இழந்த தன்மையைத் திருப்பி ஊட்டிவிடலாம். இங்ஙனந் தயாரித்த கரியைக் குடிசைக் கைத்தொழில் முறையில் வெள்ளைச் சர்க்கரையைத் தயாரிக்கும்பொழுது ஒரு சலவைச் சரக்காக உப

யோகிக்கின்றனர். கொட்டாங்கச்சி அல்லது சில வகை மரத் துண்டுகளை மாக்னிஸிய அல்லது நாக ஹரிதகை விலயனத்தில் ஊறவைத்துப் பின்பு கவனமாகச் சூடு செய்து, அங்குண்டாகிய கரியைத் தண்ணிர் விட்டுக் கழுவி நீராவியிற் சூடு செய்து 'வீரியக் கரியை' (active charcoal) தயாரிக்கிறார்கள். இதன் சோஷணத்திறன் மிக அதிகம். மரக்கரி ஒரு வீரிய க்ஷயகாரி. ஆனது பற்றியே, உலோகங்களைத் தயார் செய்வதில் அது அதிக அளவில் உபயோகப்படுகிறது. வெடிமருந்துக் கலவையில் கரித்தூள் ஒரு முக்கிய சரக்கு.

(4) **பிராணிக்கரி**:—இதிற் பலவகையுண்டு. எலும்புக்கரி அல்லது என்புக்கரி:—பாஸ்வரந்தயாரிக்கும் முறையில் இவ்வகைக்கரி எவ்விதஞ் செய்யப்படுகின்றதென்று குறித்தோம். அதில் 10% கரியிருக்கும். அது அதிக துவாரமுள்ளதாதலால், வாயுக்களையும் நிறங்கொடுக்கும் பொருள்களையும் விலக்க உபயோகப்படுகிறது. கருஞ்சீனியைச் சுத்தமாக்க இவ்வகைக் கரி உபயோகிக்கப்படுகிறது. எலும்புக்கரியுடன் சேர்ந்திருக்கும் கால்ஸிய-பாஸ்விகஜம் முதலிய பொருள்களை அமிலங் கொண்டு கரைத்துவிட, சுத்தமான கரி தங்கி நிற்கும். இக்கரிக்கு "தந்தக்கறுப்பு" (Ivory black) என்று பெயர். இரத்தத்திலிருந்து மேற்கண்ட முறையில் 'இரத்தக்கரி' (Blood charcoal) தயாரிக்கப்படுகிறது. சில விசேஷ காரியங்களுக்கு அது பயன்படுகிறது.

(5) **வாயுக்கரி**:—நிலக்கரி-வாயுவைத் தயாரிக்குஞ் சாலைகளில், வாலைகளின் உட்பக்கத்திற் படிந்து நிற்கும் கரிக்கட்டிகளுக்கு வாயுக்கரியென்று பெயர். அது சுத்த இங்காலமென்று சொல்லலாம். அது வெகு கெட்டியானது. அதற்கு உலோகத்தை யொத்த மினுக்கமும் கண்ணாடியைக் கீறத்தக்க வன்மையுமுண்டு. மின்சார விளக்குத் திரிகள், சில மின்சார ஆசயங்களுக்குரிய துருவங்கள்

பிறைவிளக்குக் கரிகள் என்பவற்றைச் செய்ய அது உப யோகிக்கப்படுகிறது. அதன் திண்மை 2·0.

(6) **சுட்ட நிலக்கரி** :—நிலக்கரி வாயுவைத் தயா ரித்த பிறகு வாலைகளில் தங்கியிருக்குங் கரிக்கு 'சுட்ட நிலக்கரி' (coke) என்று பெயர். இரும்பைத் தயார் செய் யும் முறையில் அது ஒரு நல்ல க்ஷயகாரியாக உபயோகிக்கப் படுகிறது. அது புகையாமல் நின்றெரிந்து அதிக சூட் டைக் கொடுக்கும். அக்கரி சுத்தமானதல்ல. அதை யெரித்தபின் சாம்பல் மீதி நிற்கும்.

(7) **நிலக்கரி** :—தாவர வஸ்துக்கள் பூமிக்குள் புதை ந்து காற்றுப்படாமல் வெகுகாலமிருக்க, பூமிக்குள்ளிருக் கும் உஷ்ணத்தால் பல மாறுதல்களை யடைந்து நிலக்கரி யாக மாறுகின்றன. முக்கியமாக விகாரத்தில் தாவர வஸ் துக்களிலுள்ள அப்ஜனகமும் பிராணவாயுவும் கரியும் தண்ணீராகவும் இங்கால-துவி-பிராணையாகவும் சதுப்பு நில வாயுவாகவும் மாறிவிடுகின்றன. கரிச்சுரங்கங்களில் இலை, பழம் முதலியவற்றின் உருவங்களை யொத்த கரித்துண்டு கள் காணப்படுவதும், சில கரிச்சீவலை சிற்றுருவிளக்கியின டியிற் சோதிக்க தாவரவர்க்கத்திற்குரிய குழல் நரம்பு முத லியவையெல்லாம் புலன்படுவதும் நிலக்கரி தாவர வஸ்துக் களிலிருந்துண்டானது என்பதற்கு அத்தாக்ஷியாம். நிலக் கரியின் குணங்கள் அது உண்டாகிய காலத்தைப் பொறுத் தும், மற்ற நிலைமைகளைப் பொறுத்துமிருக்கின்றன. நிலக் கரியிற் பலவகையுண்டு. அவையாவன :—

(1) பீட் (Peat) என்று சொல்லப்படும் இளங்கரி.

(2) லிக்னைட் (Lignite) என்ற பழுப்பு நிலக்கரி.

(3) மிருதுவான கீலுள்ள கரி அல்லது பசைக்கரி (Bituminous coal).

(4) கெட்டியான பசையற்ற நிலக்கரி (Anthracite coal).

அவ்வவற்றின் சுமாரான சங்கலனத்தை அடியிற் கண்ட ஜாப்தாவில் காணவும்.

	கரி %	அப்ஜனகம் %	பிராணவாயு %	சாம்பல் %
செல்லுலோஸ் (cellulose)	50	6	44	—
பீட்	57	6	32	5
பழுப்பு நிலக்கரி	60	5	30	5
பசைக் கரி	81	5	8	6
பசையற்ற நிலக்கரி	93	3	2	2

இச்சங்கலனம் பெரும்படியானதே; சில வகைகளில் இது வெகுவாக வேறுபடும். இந்நிலக்கரிகளைக் காற்றுப் படாமலெரித்தே நிலக்கரி வாயுவைத் தயாரிக்கிறார்கள். இவ்வெரிவாயு பல விதங்களிற் பிரயோஜனப்படும். இவ் வாயுவை வெளியேற்றியபின், மீதிநிற்கும் கரியை யெரிக்க அது புகையாமல் நின்று எரியும். தயாரிக்கும் முறையில் வெளிவரும் கறுப்பு நிறமுள்ள கீலெண்ணெய்யில் (தாரில்) அநேக உயர்ந்த உபயோகமுள்ள பொருள்களிருக்கின்றன. அதினின்று தயாரிக்கப்படும் பொருள்களைக்கொண்டே அநேகவிதச் சாயங்களையும் வாசனைச் சரக்குகளையும் ஔஷதங்களையும் வெடி பொருள்களையும் தயார்செய் கிறார்கள். அங்கு அமோனியாவும் அப்ஜனக-காலகையும் (HCN) உப விளைவுகளாகக் கிடைக்கின்றன.

நிலக்கரியைச் சூடுசெய்யும் அளவையும், யந்திரங்களின் அமைப்பையும், இன்னுஞ் சில நிலைமைகளையும் பொறுத்து, வெளிவரும் எரிவாயுவின் சங்கலனமும் சூடு கொடுக்குஞ் சக்தியும், வெளிவரும் கீலின் அளவும் சங்கலனமும் இருக்கின்றன. அதைப்பற்றி விவரமாக இங்கு கூற இடமில்லை. சேதன ரஸாயன நூல்களில் அதைப் பற்றி விஸ்தாரமாகக் காணலாம். நிலக்கரியை அதிகச் சூடு செய்வதாலும் குறைவாய்ச் சூடு செய்வதாலும் உண்டாகும் விளைபொருள்களைப்பற்றிச் சுருக்கமாக அடியிற் குறிப்பிடுவோம். ஒரு டன் நிலக்கரியை உபயோகித்து அடையும் விளைபொருள்கள் குறிப்பிடப்பட்டிருக்கின்றன. சூடு செய்யுஞ் சக்தி ஆங்கில-உஷ்ண அங்கங்களில் (British Thermal Units=B. T. U.) குறிப்பிடப்பட்டிருக்கிறது.

முறைகள்	உஷ்ண நிலை	வாயு			தார்
		ஒரு டன் நிலக்கரியிலிருந்து உண்டாகும் வாயுவின் பரிமாணம் கன அடியில்	ஒரு கன அடியின் கொடுக்கும் சக்தி B. T. U.	ஒரு டன் நிலக்கரியிலிருந்து வரும் வாயுவின் கொடுக்கும் சக்தி	ஒரு டன் நிலக்கரியிலிருந்துண்டாகும் காலன்கள்
அதிக உஷ்ண நிலையில் கரியாக்கி நிலக்கரி வாயு தயாரித்தல்					
படுக்கை-வாலைகள் (Horizontal retorts)	1300°—1400°	13,200	560	7,400,000	9
செங்குத்து-வாலைகள் (Vertical retorts)	1250°—1300°	15.600	510	8,000,000	11
கரிச்-சூளைகள் (Coke ovens)	அதிக உஷ்ணம்	8500	600	5,100,000	4—8
குறைந்த உஷ்ணநிலையிற் கரியாக்குதல்	400°—600°	2000	800—1500	1,600,000—3,000,000	15—22

தற்காலத்தில் சுத்தி செய்த நிலக்கரியை அப்ஜனகத்துடன் ஸம்யோகிக்கும்படி செய்து மண்ணெண்ணெய் போன்ற திரவ-எரிபொருள்களைத் தயாரிப்பதற்கு எம்முறை சரியானதென்று ஆராய்ச்சி செய்துகொண்டு வருகின்றனர். ஜெர்மனி இங்கிலாந்து முதலிய தேசங்களில் அதிகப் பணச்செலவு செய்து அபூர்வ யந்திரங்களமைத்து, கதியந்திரங்களுக்குபயோகமாகும் மேற்படி திரவ-எரிபொருள்களைத் தயாரிக்கிறார்கள்.

இங்காலத்தின் குணங்கள்

கரி வகைகளைப்பற்றிக் கவனிக்கும்பொழுது ஆங்காங்கு அதனதன் விசேஷ குணங்களை அறிவித்துள்ளோம். இங்கு இங்காலத்திற்குரிய மொத்த குணங்களை விவரிப்போம். கரி கறுப்பான நொறுங்கத்தக்க மணமற்ற சுவையற்ற கரையாத பொருள். கரியின் உருகுநிலை 3000°ச-விருந்து 3600°ச-க்குள்ளிருக்கவேண்டுமென்று தெரியவருகிறது. ஆனால் 1300°ச-லேயே, கரி ஆவியாகப் பரிணமிக்கிறதென்ற விஷயம் பழைய கரித்திரியையுடைய மின்சார-விளக்குகளின் உட்பக்கம் கறுத்திருப்பதினின்று வெளியாகிறது. சாதாரணமாய்க் கரி எந்த ரஸாயனப்பிரதிகாரகத்தாலும் எளிதில் தாக்கப்படுவதில்லை. மரக்கட்டை எளிதில் தண்ணீராலும் காற்றாலும் பீடிக்கப்பட்டுச் சில மாறுதல்களையடையும். ஆனால், கரி அம்மாறுதல்களை அடையாது. ஆகையால் வேலிக்கால், தந்திமரம் முதலியவைகளின் மேற்பாகத்தை வேண்டிய இடங்களில் சுட்டுக் கரியாக்கிப் பின்பு மண்ணிற்குள் புதைக்கிறார்கள். ஜூலியஸ் ஸீஸர் வராமல் தடுப்பதற்கு ஆங்கிலத்தார் 2000 வருஷங்களுக்கு முன் தேம்ஸ் நதிக்கரையில் நட்ட கருக்கப்பட்ட ஓக் மரத்தின் கழிகள் இன்னுங் கெடாமல் இருக்கின்றன. "ஏறக்குறைய 2000 வருஷங்களுக்கு முன் ஏர்குலானம் என்ற பட்டணத்தில் கருக்கப்பட்ட கோதுமை மணிகள் வடிவங் கெடாமல் இன்னும் இருக்கின்றன" (க்ரீன் எழுதிய கெமிஸ்தம் என்பதிலிருந்து.)

பிராணவாயுவிலும் காற்றிலுஞ் சூடு செய்ய, கரி பற்றி எரிந்து கரியமிலவாயுவாக மாறும். சாதாரண உஷ்ண நிலையிலேயே கரி காசாதத்துடன் ஸம்யோகிக்கும். அதிக உஷ்ண நிலையிலும் அது ஹரிதகத்துடன் சேருவதில்லை. அதைச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடனாவது சுண்டின பாக்கியகாமிலத்துடனாவது சேர்த்துக் கொதிக்க விட, அது கரியமிலவாயுவாகப் பிராணீகரிக்கப்படும். 1100°—1200°-ல் அது அப்ஜனகத்துடன் ஸம்யோகித்து, சதுப்பு நில வாயுவாக (CH_4) மாறும். மின்னுலையில் அது அப்ஜனகத்துடன் சேர்ந்து அஸெடிலீனாக (C_2H_2) மாறும். அது சில உலோகங்களுடன் சேர்ந்து இங்காலகங்களைக் கொடுக்கும் (உ-ம்.) கால்ஸிய-இங்காலகை (Calcium carbide). அது கந்தகத்துடன் ஸம்யோகித்துக் கரிகந்தகத் திராவகத்தையும் (இங்கால-துவி-கந்தகை CS_2), சிலகத்துடன் ஸம்யோகித்து வெகு கடினமான கார்போரண்டம் CSi (Carborundum) என்ற ஒருவித கல்லையும் கொடுக்கும். கார்போரண்டத்தை "இங்கால-சிலகவைரம்" என்று சொல்லலாம். அதிக சூட்டில் மற்றெந்தப் பொருளிலும் பார்க்க பிராணவாயுவுக்கு அதிக நாட்டமுடையபதாதலால் கரி உலோக கனிஜங்களிலிருக்கும் பிராணவாயுடன் சேர்ந்து விடும்; சுத்தமான உலோகங்கள் பிரிந்து நிற்கும். ஆனது பற்றியே கனிஜங்களிலிருந்து உலோகங்களைத் தயாரிப்பதற்கு கரி மற்றெந்தப் பொருளிலும் நயந்தது. இதைப் பின் வரும் சோதனையாற் காட்டலாம். சிறிதளவு கறுப்பு தாமிர-பிராணையுடன் கரிப்பொடியைச் சேர்த்து அக்கலவையை ஒரு தகனக்கண்ணாடிக் குழாயிற் சூடுசெய். மினுமினுப்பான சிவந்த தாமிரம் தோன்றும்.

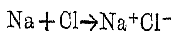
இங்கால வஸ்துக்கள்

தாவர வஸ்துக்களிலும், பிராணிகளுக்குரிய வஸ்துக்களிலும், கரி முக்கியமான பொருளாகக் காணப்படுகிறதென்று சொன்னோமல்லவா? உயிருள்ள பிராணிகளிடத்

திலும் தாவர வஸ்துக்களிடத்திலும் அப்பொருள்கள் காணப்படுவதால் அவைகள் ஓர் அபூர்வ விசேஷ ஜீவ-சக்தியால்தான் (vital force) உண்டாகவேண்டுமென்று கருதப்பட்டுவந்தன. ஆனதுபற்றியே உயிருள்ளவைகளிலிருந்துண்டாகும் பொருள்களைச் 'சேதன வஸ்துக்கள்' அல்லது 'ஸஜீவ வஸ்துக்கள்' அல்லது 'இந்திர வஸ்துக்கள்' (Organic substances) என்றும், பூமியிலிருந்தகப்படும் தாதுக்கள் சம்பந்தமான பொருள்களை 'அசேதன அல்லது அனிந்திர வஸ்துக்கள்' அல்லது 'தாது வர்க்கத்தைச் சேர்ந்த வஸ்துக்கள்' (Inorganic substances) என்றும் பிரித்துவைக்க நேரிட்டது. முற்காலத்தில், ரஸாயன பண்டிதர்கள் எல்லோரும் சேதன வஸ்துவை மனிதன் சோதனைச் சாலையில் தனது கைசாமர்த்தியத்தை மட்டுங்கொண்டு தயாரிக்கமுடியாதென்று அபிப்பிராயப்பட்டனர். பல சேதன வஸ்துக்கள் ஆதிநாள் முதற்கொண்டு தெரிந்திருந்தும், அவைகளைத் தாதுப் பொருள்களிலிருந்து தயாரிக்க ஒருவரும் முயலவில்லை. ஜெர்மனி தேசத்து ரஸாயன நிபுணரான வோய்லர் (Wöhler) என்பவர் 1828-ம் வருஷத்திற் தாது வர்க்கத்தைச் சேர்ந்த அமோனிய-காலகிகஜத்தை (ammonium cyanate) NH_4CNO, சூடு செய்ய, மூத்திரத்திலிருக்கும் யூரியா (Urea) $CO \begin{matrix} \diagup NH_2 \\ \diagdown NH_2 \end{matrix}$ என்ற சேதனப் பொருள் உண்டாவதைக் கண்டார். அதற்குப் பின் பல ரஸாயன நிபுணர்கள், தனிப்பொருள்களிலிருந்து தொடங்கிப் பல சிக்கலான சேதன வஸ்துக்களைத் தயாரித்திருக்கின்றனர். ஆயிரக்கணக்கான சேதன வஸ்துக்கள் மனிதனால் தயாரிக்கப்பட்டு வரவே, சேதனப் பொருள்களுண்டாவதற்கு ஜீவ சக்தி அத்யாவசியமானதில்லையென்று கருதப்படலாயிற்று. இயற்கையிலுண்டாவதிற் பல பொருள்களை மனிதன் ரஸாயன-சாலையில் தயாரித்தபோதிலும் இயற்கையிலனுசரிக்கப்படும் முறைகளுக்கும் அங்கு விகாரமேற்படும் நிலைகளுக்கும், ரஸாயன சாஸ்திரி அனுசரிக்கும்

முறைகளுக்கும் ரஸாயன-சாலையில் விகாரமேற்படும் நிலைகளுக்கும் அநேக வேறுபாடுகளுண்டு. கடைசியாக ஒரு சேதனப் பொருளைத் தயாரிப்பதற்குள் ரஸாயன சாஸ்திரி, சுண்டின கந்தகிகாமிலம் போன்ற பல நாசகாரிகளையும், இரசிக-ஹரிதகை போன்ற பல கொடிய விஷச் சரக்குகளையும், கடுந்தீயைக் கொடுக்கக்கூடிய உலைகளையும், சில சமயங்களில் அதிக அமுக்கநிலைகளையும் உபயோகிக்கவேண்டியிருக்கிறது. இயற்கையில், ரஸாயன விகாரங்கள் அந்நிலைகளில் நடக்கவில்லையல்லவா? ஆகையால் இயற்கையிலிருக்கும் சில இரகசியங்களை இன்னும் நாம் அறிந்துகொள்ளவில்லை. இன்று நாம் ரஸாயன சாஸ்திரத்தை 'சேதன ரஸாயன சாஸ்திரம்', 'அசேதன ரஸாயன சாஸ்திரம்' என்று இருவகையாகப் பிரித்துவைத்துக்கொள்ளாததற்குப் பல காரணங்களுண்டு. சௌகரியத்தின் பொருட்டே கரி சம்பந்தமான பொருள்களைப்பற்றிப் பிரத்தியேகமாக வாசிக்கிறோம். சேதன ரஸாயன சாஸ்திரத்தை இப்பொழுது இங்கால ரஸாயன சாஸ்திரம் என்றே சொல்லுகிறோம்.

அசேதன ரஸாயன சாஸ்திரம் முக்கியமாக உலோகங்கள் அவற்றிற்கு மாறுகுணமுடைய அலோகங்களுடன் கூடிய பொருள்களைப்பற்றிக் கூறும். அங்கு க்ஷார மூலங்களையும் அமில மூலங்களையும் எளிதிற் காணலாகும். தற்காலத்தில் அசேதன ரஸாயன சாஸ்திரத்தை மின்னணு ரஸாயன சாஸ்திரம் (The Chemistry of Ions) என்றே கருதுகிறார்கள். (இது முற்றிலும் சரியல்ல). ஜாதி விச்லேஷண முறையில் சமூகச் சோதனைகள் காட்டுவது நீர்விலயனங்களிலுள்ள மின்னணுக்களையே—$Ag^{\cdot}$, $Pb^{\cdot\cdot}$, $Hg^{\cdot\cdot}$, $Cu^{\cdot\cdot}$, Cl', NO'_3, SO''_4, PO_4''' முதலியன. இதிலிருந்தே, மின்னணுக்களிலுள்ள தனிப்பொருள்களை அறிவோம். மேலும் மின்பரமாணுப் பெயர்ச்சியுண்டாகி சுலபமான மின்னணுக்கள் உண்டாகின்றன


$$Na + Cl \rightarrow Na^{+}Cl^{-}$$

இவ்விதம் விகாரிக்கும் தனிப்பொருள்கள் மந்த வாயுக்களுக்குப் பக்கத்திலிருப்பதைக் கவனிக்கவும். அசேதன ரஸாயன சாஸ்திரத்தில் அவையே முக்கியமாய் ஈடுபடுகின்றன. இங்காலமோ என்றால், வைரத்திற்கும் நூதனத்திற்கும் நடுவே (சமதூரத்தில்) அமைந்திருக்கிறது. மின் பரமாணுப் பெயர்ச்சி ஏற்பட்டு இங்கால மின்னணு, C^{-4} அல்லது C^{4+}, உண்டாவதில்லை. ஆகையால் இங்காலம் சம்பந்தப்பட்ட மட்டில் ஒரே குணமுடைய தனிப்பொருள்கள் மின்பரமாணுக்களைத் தமக்குள் பகிர்ந்தமைத்துக்கொண்டு சேர்க்கைப் பொருள்களாக ஆவதற்கு மிகுந்த சௌகரியமுண்டு. இச்சேர்க்கைப் பொருள்கள் நீர்வியோகமடைவதில்லை.

சுமார் இரண்டு லக்ஷம் இங்காலப் பொருள்கள் இன்றுவரை தயாரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஒவ்வொரு வருஷமும் ஆயிரக்கணக்கில் புதுப்பொருள்கள் தயாரிக்கப்பட்டு வருகின்றன. இதற்கு ஒரு முடிவெல்லை உண்டோ என்பது சந்தேகம் !!! இதற்காகவாவது அவைகளை ரஸாயன சாஸ்திரத்தின் ஒரு பாகமாகச் செய்து, பிரத்தியேகமாய்க் கவனிக்கவேண்டியது அவசியம். அப்பொருள்கள் யாவும் பலவிதங்களிலுபயோகமுள்ளவை. அப்பொருள்கள் லக்ஷக்கணக்கில் இருப்பதற்கும் உண்டாவதற்கும் காரணம் யாதெனில், இங்கால பரமாணுக்கள் ஒன்றோடொன்று சேர்ந்து நீண்ட சங்கிலிபோலவும் வளையம் போலவும் பின்னி மாபெரும் அணுக்களை (Giant molecules) கொடுக்கவல்லவை என்பதே. தங்களுடன் தொடராகப் பின்னிக்கொள்வதுமல்லாமல் அவை முக்கியமாய் அப்ஜனகம், பிராணவாயு, பாக்கியஜனகம் முதலிய தனிப்பொருள்களுடன் ஸம்யோகிக்கும் சக்தியும் வாய்ந்தவை.

கரிசம்பந்தமான பொருள்களைத் துண்டுபடுத்தி வாசிக்கவேண்டியிருந்தும், இங்காலப் பிராணிகளைப்பற்றியும் இங்காலிகஜங்களைப்பற்றியும் அசேதன-ரஸாயன

சாஸ்திரத்திற் படிப்பது வழக்கமாய்ப் போய்விட்டது. இன்னும் இப்பொருள்களை அசேதனப் பொருள்களென்றே கருதுகிறார்கள். அவைகளைப்பற்றி இங்கு கவனிப்பதற்கு முன்னால், நமது வழக்கப்படி, இங்கால-அப்ஜனைகள், இங்கால-கந்தகை, இங்கால-ஹரிதகை முதலியவைகளைப்பற்றிச் சிறிதளவு கூறுவோம்.

அப்ஜஇங்காலங்கள் (Hydrocarbons)

இங்காலமும் அப்ஜனகமும் கூடிய நூற்றுக்கணக்கான சேர்க்கைப் பொருள்கள் தயாரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இப்பொருள்களைப் பெரும்படியாக இரு வர்க்கங்களாகப் பிரிக்கலாம். 1. கொழுப்பு அப்ஜஇங்காலங்கள் (Aliphatic Hydrocarbons). 2. பரிமள அப்ஜஇங்காலங்கள் (Aromatic Hydrocarbons). முதல் வர்க்கத்தை முக்கியமாக மூன்று கூறுகளாகப் பிரிக்கலாம். 1. சதுப்பு நில வாயுக் கூறு C_nH_{2n+2} (Methane Series), 2. எதிலீன் கூறு C_nH_{2n} (Ethylene Series), 3. அஸெடிலீன் கூறு C_nH_{2n-2}. இரண்டாவது வர்க்கத்தையும் பல கூறாக்கலாம்—பென்ஸீன் கூறு, நாப்தலீன் கூறு, ஆன்த்ரஸீன் கூறு முதலியன. இவற்றைப்பற்றிச் சேதனரஸாயன சாஸ்திரம் விரித்துக் கூறும்.

முதல் வர்க்கத்தைச் சிறிது கவனிப்போம். சதுப்பு நில வாயுக் கூறின் பொது சங்கேதம் C_nH_{2n+2} என்று குறித்தோம். மீதேன் அல்லது சதுப்புநில வாயு CH_4 (n=1), ஈதேன் C_2H_6 (Ethane n=2), ப்ரொபேன் C_3H_8 (Propane n=3), ப்யூடேன் C_4H_{10} (Butane n=4), பென்டேன் C_5H_{12} (Pentane n=5) ......இவையெல்லாம் இக் கூறைச் சேர்ந்தவை.

எதிலீன் கூறின் பொது சங்கேதம் C_nH_{2n}. CH_2 (n=1) என்ற பொருள் கிடையாது. எதிலீன் C_2H_4 (Ethylene n=2), ப்ரொபிலீன் C_3H_6 (Propylene n=3)

...முதலியவை இவ்விரண்டாவது கூறைச் சேர்ந்தவை. அஸெடிலீன் கூறின் பொதுச் சங்கேதம் C_nH_{2n-2}. அஸெடிலீன் C_2H_2 (Acetylene n=1), அல்லைலீன் C_3H_4 (Allylene n=2)...முதலியவை இம்மூன்றாவது கூறைச் சேர்ந்தவை.

முன் குறித்தபடி இப்பொருள்களையெல்லாம் சேதன ரஸாயன சாஸ்திரங் கற்கும்பொழுதே கற்பது வழக்கம். ஆயினும் இம்மூன்று கூட்டங்களிலுள்ள முதற் பொருள்களைப்பற்றி இங்கே சிறிது கவனிப்போம். n என்பதை எந்த அளவில் வேண்டுமானாலும் வைத்துக்கொள்ளலாம். ஆகையால் ஒவ்வொரு கூறிலும் எண்ணிறந்த பொருள்கள் இருக்கவேண்டுமென்று தோன்றுகிறதல்லவா? இவற்றில் சில திடமாயும் சில திரவமாயும் சில வாயுவாயும் இருக்கும்.

சதுப்புநில வாயு (Marsh gas or Methane)

சதுப்பு நிலங்களில் அவ்வாயு உண்டாவதால் அதற்குச் சதுப்புநிலவாயுவென்று பெயர். தேங்கு தண்ணீரிருக்குமிடத்தைக் கவனித்தால், அங்கு தண்ணீரினுள்ளிருந்து வாயுக் குமிழிகள் வெளிக்கிளம்புவதைப் பார்க்கலாம். அங்கு சதுப்புநில வாயு வுண்டாவதாலேயே அவை கிளம்புகின்றன. நிலக்கரிச் சுரங்கங்களில், அவ்வாயு சில சமயங்களில் வெளிக்கிளம்பி, காற்றுடன் சேர்ந்து ஒரு வெடிமிச்ர வாயுவாக ஆகும். அம்மிச்ரம் வெடித்தலாற் பல தீங்குகள் நிகழ்கின்றன. நிலக்கரி வாயுவிலும், மண்ணெண்ணெய் வாயுவிலும் சதுப்புநில வாயு கலந்திருக்கும். நிலக்கரியும் மண்ணெண்ணெய்யும் அகப்படுமிடங்களில், பூமியிலிருந்து வெளிக்கிளம்பும் வாயுவில் முக்கியமான பொருள் இச்சதுப்புநிலவாயுவே. இதற்கு 'மீதேன்' (Methane) என்று மற்றொரு பெயருண்டு.

தயாரித்தல் :—(1) சர்க்கரைக் கரியை ஒரு பீங்கான் குழாயிலெடுத்து 1100°ச—1150°ச-க்குச் சூடுசெய்து

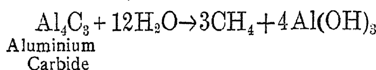
அதன்மேல் அப்ஜனகத்தைச் செலுத்த இரண்டும் ஸம்யோகிக்கும்; சதுப்புநில வாயுவுண்டாகும்.

(2) நீரற்ற ஸோடிய-சாராயிகஜத்தையும் (10 கிராம்), ஸோடா-சுண்ணாம்பு மிச்ரத்தையும் (30 கிராம்) ஒரு தாமிரக் கூஜாவிற் சூடுசெய்து, வெளிவரும் மீதேனை தண்ணீருக்குமேற் சேகரிக்கலாம். இதுவே சோதனைச் சாலை முறை.



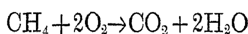
$$CH_3COONa + NaOH \rightarrow Na_2CO_3 + CH_4$$

(3) அலுமீனிய-இங்காலையைத் தண்ணீருடன் விகாரிக்கச்செய்ய நீர்வியோக மேற்படும். சுத்தமான மீதேன் வாயு வெளிக்கிளம்பும்.



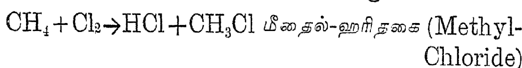
$$\underset{\text{Aluminium Carbide}}{Al_4C_3} + 12H_2O \rightarrow 3CH_4 + 4Al(OH)_3$$

குணங்கள் :—சதுப்புநில வாயு நிறமற்ற மணமற்ற சுவையற்ற வாயு. அது காற்றைவிட இலேசானது; தண்ணீரில் மிகச் சிறிதளவு கரையும்; பிராணவாயுவிலும் காற்றிலும் எரியும்.

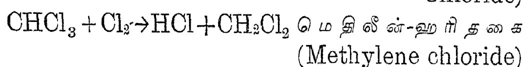


$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

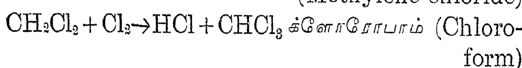
அது ஒரு மந்தமான ரஸாயனப் பொருளே. ஆனால் ஹரிதகம், இரக்தகம் இவைகளுடன் அது விகாரித்துப் பல பொருள்களைக் கொடுக்கும். மந்த வெளிச்சத்தில் அதிலுள்ள அப்ஜனக பரமாணுக்களை ஒன்றன்பின்னொன்றாக ஹரிதக இரக்தக பரமாணுக்கள் விலக்கும்.



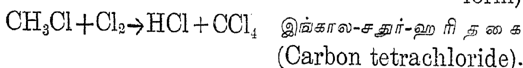
$CH_4 + Cl_2 \rightarrow HCl + CH_3Cl$ மீதைல்-ஹரிதகை (Methyl-Chloride)



$CHCl_3 + Cl_2 \rightarrow HCl + CH_2Cl_2$ மெதிலீன்-ஹரிதகை (Methylene chloride)



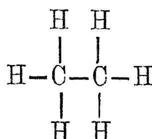
$CH_2Cl_2 + Cl_2 \rightarrow HCl + CHCl_3$ க்ளோரோபாம் (Chloroform)



$CH_3Cl + Cl_2 \rightarrow HCl + CCl_4$ இங்கால-சதுர்-ஹரிதகை (Carbon tetrachloride).

இவ்விகாரங்களை 'பிரதிகரண விகாரங்கள்' (Substitution Reactions) என்று சொல்லுவோம். ஆகையால், மீதைல்-ஹரிதகை சதுப்புநில வாயுவின் பிரதிகரண வினை பொருள் (Substituted product).

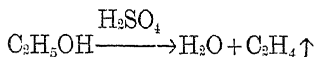
அக்கூட்டத்தில் மீதேனுக்கடுத்த பொருளுக்கு ஈதேனென்று பெயர். அதை $CH_3—CH_3$ என்ற சங்கேதத்தாற் குறிப்பிடுவோம். இங்காலம் சதுர்ஸம்யோக சாமர்த்தியமுள்ளதென்பதை அது காட்டுகிறது.



C_2H_6 என்ற சங்கேதத்தைப் பார்க்க 2 பரமாணு இங்காலம் 6 அப்ஜனகப் பரமாணுக்களுடன் ஸம்யோகித்திருப்பதால் இங்காலத்தின் ஸம்யோக சாமர்த்தியம் மூன்றென்றும், ஆகையால் அதன் சமான எடை 4 என்றுந் தோன்றலாம். ஒரு பரமாணு இங்காலம் தனது ஸம்யோக சாமர்த்தியத்தில் கால்வாசியை மற்ற இங்கால பரமாணுவுடன் சேருஞ்சமயத்தில் உபயோகிக்கிறது. இதை நன்குணர வேண்டும்.

எதிலீன் C_2H_4 (Ethylene)

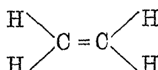
சாராயத்தை (C_2H_5OH) சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் சேர்த்து 150°ச-க்குச் சூடுசெய்ய, அச்சாராயத்திலிருந்து தண்ணீர் பிரிபடும்; எதிலீன் வாயு வெளிவரும்.



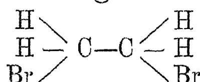
$$C_2H_5OH \xrightarrow{H_2SO_4} H_2O + C_2H_4 \uparrow$$

வெளிவரும் வாயுவை ஸோடா க்ஷார விலயனத்திற் குமிழிக்கச்செய்தபிறகு, அதைத்தண்ணீரின்மேற் சேகரித்துக்கொள்ளலாம். சுண்டின கந்தகிகாமிலத்திற்குப் பதிலாக பாகுபோன்ற பாஸ்வரிகாமிலத்தை உபயோகிக்க, சுத்தமான வாயு வெளிவரும்.

குணங்கள் :—எதிலீன் நிறமற்ற திருப்திகரமான விசேஷ மணமுள்ள வாயு. அது காற்றிற் புகைந்து கொண்டு எரியும். அது தண்ணீரிற் சிறிதளவு கரையும். அவ்வாயுவை இரக்தக விலயனத்திற் செலுத்த விலயனம் நிறமற்றதாக மாறும். எதிலீன்-துவி-இரக்தகை C_2H_4Br (Ethylene dibromide) என்ற பொருளுண்டாகும். எதிலீன் அப்ஜனக-ஹரிதகையுடன் ஸம்யோகித்து ஈதைல்-ஹரிதகையாக (Ethylchloride) C_2H_5Cl மாறும். எதிலீன் ஓர் அஸம்பூரண-சேர்க்கைப் பொருள். அதன் சங்கேதத்தை



என்று குறிப்பிடுவோம். இரண்டு இங்கால பரமாணுக்களின் ஸம்யோகத்தை இரண்டு ஸம்யோக பந்தனக் கோடுகள் காட்டுகின்றன. ஒரு கோட்டைவிட இரண்டு கோடுகள் ஒரு பொருளின் நிலையாயிருக்குந் தன்மையை அதிகமாக்குமென்று கருதக்கூடாது. எதிலீன் அஸம்பூரண-சேர்க்கைப் பொருளாயிருப்பதால்தான் இரக்தகத்துடன் ஸம்யோகித்து எதிலீன்-துவி-இரக்தகையைக் கொடுக்கிறது. அந்த ஸம்யோகப் பொருள் ஸம்பூரண-சேர்க்கைப் பொருள்.

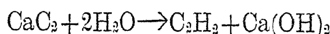


இரண்டு பந்தனக் கோடுகள் பிரிந்து ஏகபந்தனக் கோடுகளாயிருப்பதைக் கவனிக்கவும். இவ்விதப் பொருள்களுக்கு 'கூடிய சேர்க்கைப் பொருள்கள்' (Additive compounds) என்று பெயர்.

அஸெடிலீன் $CH \equiv CH$ (Acetylene)

(1) பெர்திலா என்பவர் அப்ஜனக வாயுவில் அமைத்த இரு கரி-துருவங்களுக்கிடையே மின்பொறிகளைச் செலுத்தி அஸெடிலீன் வாயுவைத் தயாரித்தார்.

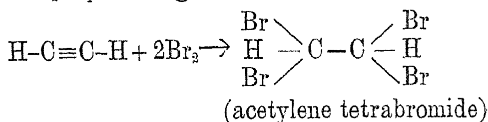
(2) கால்ஸிய-இங்காலை CaC_2 (Calcium carbide) நீர்விபோகமடையுஞ் சமயத்தில் அஸெடிலீன் வெளி வரும். வெகுநாள் வரையில் மோட்டார் வண்டிகளிலும் "சைகிள்"களிலுமுள்ள விளக்குகளில் அஸெடிலீன் வாயுவை எரித்து வந்தார்கள்.



$$CaC_2+2H_2O \rightarrow C_2H_2+Ca(OH)_2$$

(3) நிலக்கரி வாயு போதாத காற்றில் எரியுஞ் சமயத்தில் அஸெடிலீன் உண்டாகும்.

குணங்கள் :—அஸெடிலீன் நிறமற்ற வாயு. சாதாரண வாயு வெறுப்பு மணமுள்ளது (சிறிது பாஸ்வீனுடன் கலந்திருப்பதால்) ; சுத்தமான வாயு இனிய மணமுள்ளது. அது ஒரு விஷ வாயு. அது தண்ணீரிற் சுமாராகக் கரையக் கூடியது. அது ஹரிதகத்துடன் விகாரிக்க ஜ்வாலை தோன்றும். காற்றில் அது புகையுடன் எரியும். ஆனால் உரிய விளக்குகளில் அதை எரிக்க, அது புகையாமல் நல்ல வெளிச்சத்தைக் கொடுத்து எரியும். அஸெடிலீனைப் பிராணவாயுவில் எரிப்பதாலுண்டாகுஞ் ஜ்வாலை அதிக உஷ்ணம் பொருந்தியது (3000°ச) என்று முன்பே குறிப்பிட்டிருக்கிறோம். ஆனதுபற்றி இரும்பு முதலிய உலோகங்களைப் பற்றவைக்க அது உபயோகப்படுகிறது. அஸெடிலீன் எதிலீனைவிட அஸம்பூரண-சேர்க்கைப் பொருள். அது இரக்தகத்துடன் சேர்ந்து அஸெடிலீன்-சதுர்-இரக்தகையை $C_2H_2Br_4$ கொடுக்கும்.



$$H{-}C{\equiv}C{-}H + 2Br_2 \rightarrow \begin{matrix}Br\\H\\Br\end{matrix}{>}C{-}C{<}\begin{matrix}Br\\H\\Br\end{matrix}$$

(acetylene tetrabromide)

மண்ணெண்ணெய்

அப்ஜஇங்காலங்கள்தான் மண்ணெண்ணெயிலிருக்கும் முக்கிய சரக்குகள். எண்ணெய்க்கிணறுகளிலிருந்தெடுக்கப்படுஞ் சரக்கு பச்சை-மஞ்சள் நிறமுடையதாயி

ருக்கலாம். அது ரஷியா, காலிபோர்னியா, ஐக்கியநாடுகள், கானடா, பர்மா, கிழக்காப்பிரிக்கா, மேற்காப்பிரிக்கா, ஆஸ்திரேலியா முதலிய பல விடங்களிலகப்படுகிறது. பூமியைத் துளைத்து எண்ணெய்யை வெளியேற்றுகிறார்கள். மாமிசாதிகள், தாவரப்பொருள்கள், இங்காலைகள் இவைகள் நாளடைவில் பூமிக்குள் பல விகாரங்களுக்குள்ளாகிப் பின் எண்ணெய்யாக மாறுகின்றன என்று தோன்றுகிறது.

அபக்குவ எண்ணெய்யைக் காய்ச்சி வடித்துச் சுத்தஞ் செய்கிறார்கள். சுத்தஞ் செய்யும் முறையிற் சுமார் 200 உபயோகமுள்ள பொருள்களை உபவிளைவுகளாக அடைகிறார்கள். பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல் முறையி லடையப் படுஞ் சில முக்கிய விளைவுகளைக் கீழே குறிப்போம்.

பின்னங்கள்	முக்கிய பொருள்கள்	கொதிநிலை	உபயோகம்
சைமோஜீன் (Cymogene)	C_4H_{10}	0°	குளிர்ச்சியை உண்டுபண்ண
ரைஜோலீன் (Rhigolene)	$C_4H_{10}—C_5H_{12}$	16°	தேகத்தின் வேண்டிய பாகத்தை மறத்துப்போகச் செய்ய (உணர்வறச்செய்ய)
பெட்ரோலியம்-ஈதர் (Petroleum-ether)	$C_5H_{12}—C_6H_{14}$	50°—60°	திராவணம்—எரி பொருள்
பெட்ரோல் (Petrol)	$C_6H_{14}—C_7H_{16}$	70°—90°	ஷை
லிக்ராயின் (Ligroin)	$C_7H_{16}—C_8H_{18}$	90°—120°	ஷை
பெனைஸன் (Benzine)	$C_8H_{18}—C_9H_{20}$	110—140	ஷை
கெரோஸீன் (Kerosene) பாரபின் எண்ணெய் (Paraffin oil)	$C_9H_{20}—C_{17}H_{36}$	150—300°	எரிபொருள் மருந்துச் சரக்கு
வாஸிலேன் (Vaseline)	$C_{19}H_{40}—C_{21}H_{44}$	——	மருந்துகள் தயாரிக்க
மெழுகு Solid paraffin	$C_{21}H_{44}—C_{32}H_{66}$	உருகுநிலை 40—75	மெழுகுவத்தி செய்ய

ஓஸோகரைட் (Ozokerite) என்ற மெழுகு பூமியிற் சில விடங்களில் அகப்படுகிறது.

இங்காலைகள் (Carbides)

கரியும் உலோகங்களுஞ் சேர்ந்த பொருள்களுக்கு இங்காலைகளென்று பெயர். ஆனால் உலோகமற்ற தனிப் பொருள்களுடன் சேர்ந்த பொருள்களை இங்காலைகளென்று சொல்வது வழக்கமில்லை.

கால்ஸிய-இங்காலை CaC_2 (Calcium Carbide)

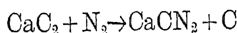
புதிதாய்த் தயாரித்த சுட்ட சுண்ணாம்பையும் CaO கற்கரியையுஞ் சேர்த்துப் பொடி செய்து, கலவையை மின்னுலையில் (3000°) சூடு செய்ய, கால்ஸிய-இங்காலை உண்டாகும்.



$$CaO + 3C \rightarrow CaC_2 + CO \uparrow$$

அவ்வதிக உஷ்ண நிலையில், கால்ஸிய-இங்காலை உருகிக் கீழே தங்கும். அதைச் சிறிது நேரத்திற்கொரு தரம் வெளியேற்றி அது கட்டியாக உறைந்தவுடன் அதைச் சிறு கட்டிகளாக உடைப்பார்கள். அது கடினமான ஸ்படிக வடிவுள்ள கட்டிகளாகக் காணப்படும். அதன் திண்மை 2·2. அது தண்ணீருடன் கலக்க, அஸெடிலீன் வாயு வெளி வருமென்று முன்பே குறித்திருக்கிறோம். அஸெடிலீன் தயாரிப்பதற்காகவே அது முக்கியமாக அதிக அளவில் உண்டுபண்ணப்படுகிறது.

1000°ச-ல் பாக்கியஜனக வாயுவில் அதைச் சூடு செய்ய, கால்ஸிய-காலகமைடும் (Calcium cyanamide) (இது ஒரு நல்ல எரு) லேகலோஹமும் உண்டாகின்றன.

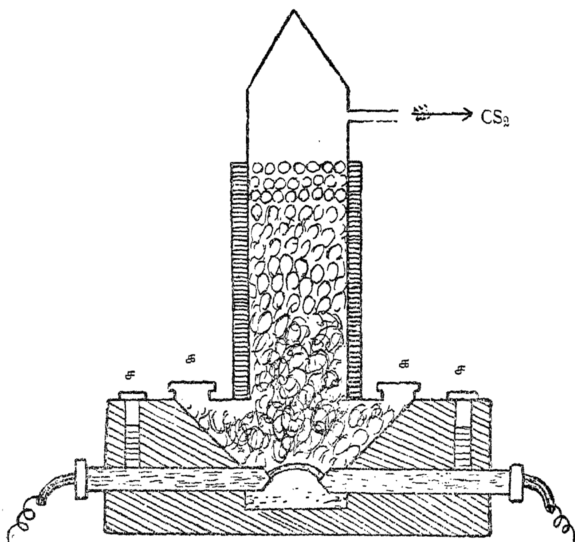


$$CaC_2 + N_2 \rightarrow CaCN_2 + C$$

கால்ஸிய-காலகமைடை உபயோகித்துப் பல காலகைகளைத் தயாரிக்கிறார்கள்.

கரிகந்தகத்திராவகம் அல்லது இங்காலதுவி-கந்தகை (Carbondisulphide)

152-வது படத்திற் காட்டியபடி, தூண்போன்ற உலையின் மேற்பாகத்தில் சுட்ட கரித்துண்டுகளை நிரப்புவார்கள். "க" என்ற குழாய் வழியாக வேண்டியபோது



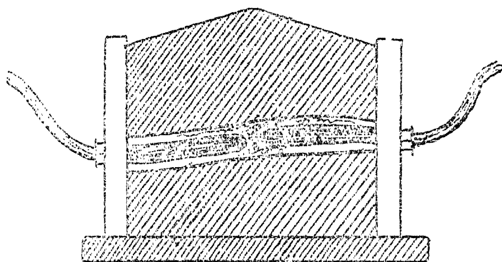
கரிகந்தக-திராவகந் தயாரிக்கும் உலை

படம் 152

கரியை ஊட்டுவார்கள். உலையின் அடிப்பாகத்தில் கந்தகத்தைப் பரப்புவார்கள். வேண்டியபொழுது "ச" என்னுங் குழாய் வழியாய் கந்தகம் திரும்பவும் ஊட்டப்படும். மின்சார உதவிகொண்டு உலையைச் சூடு செய்ய, கந்தகம் உருகி ஆவியாய்ப் பரிணமித்துக் கரியுடன் விகாரிக்க, மேற்

குழாய் வழியாய் கரிகந்தகத்திராவகத்தின் ஆவி வெளியேறும். உரிய கனீகாணி கொண்டு ஆவியைக் குளிர்விக்க அது திரவமாக மாறும்.

கரிகந்தகத்திராவகம் நிறமற்ற (சுத்த நிலையில் சிறிது வாசனைபொருந்திய) திரவம்; அசுத்தமான திரவம் துர் நாற்றமுடையது. அதன் கொதிநிலை 46°ச., உருகுநிலை —110°ச. அது எளிதிற் பற்றிஎரியக்கூடியதாகையால் அதை ஜாக்கிரதையாக உபயோகிக்கவேண்டும். அது தண்ணீரிற் கரையாதென்றே சொல்லலாம். சேதனப் பொருள்கள், கந்தகம், பாஸ்வரம், பாடலகம், இரக்தகம், கர்ப்பூரம், கோந்து வகைகள், மெழுகுகள், எண்ணெய்கள் முதலியவைகளைக் கரைப்பதற்கு அது ஒரு சிறந்த திராவணமாக உபயோகிக்கப்படுகிறது. அது கிருமிகளைக் கொல்லுஞ் சக்தி வாய்ந்தது.



சிலக இங்காலையைத் தயாரிக்கும் மின்னுலை

படம் 153

கார்போரண்டம் அல்லது சிலக-இங்காலை SiC (Carborundum)

மின்சாரம் எங்கு இலகுவாகக் கிடைக்குமோ அவ்விடங்களில் (உ-ம். நார்வே, நயகரா) சுட்ட கரியையும் மணலையும் ரம்பத்தூளையுஞ் சேர்த்து அக்கலவையை மின்னு

லேயிற் சூடுசெய்து, கார்போரண்டம் என்னுங் கல்லேத் தயாரிக்கிறார்கள். சுத்த நிலேயில் அது நிறமற்ற பொருள். அது வைரத்தைப்போல் கடினத்வமுள்ள பொருள். ஆகையால் அதை மெருகிடும் வேலேக்கு உபயோகிக்கிறார்கள். அது அதிக உஷ்ணநிலேயிலும் உருகாததாகையால், சில மூசைகளேத் தயாரிக்க உபயோகிக்கப்படுகிறது. சக்கரச் சாணேகளேயும், தீட்டுக் கற்களேயும், அரைக்குமுருளேகளேயும், பட்டைச்சிலேகளேயும் தயாரிக்க அது பயன்படுகிறது.

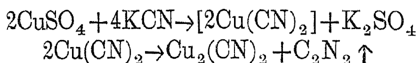
காலகம் C_2N_2 (Cyanogen)[1]

இரசிக, இரஜத, ஸ்வர்ண காலகைகளேச் சூடுசெய்ய காலகம் வெளியேறும்.



$$Hg(CN)_2 \rightarrow Hg + C_2N_2 \uparrow$$

தாம்ரிக உப்புக்களின் விலயனத்துடன் பொட்டாஸியகாலகையைச் சேர்த்துச் சூடுசெய்ய, காலகம் வெளியேறும்; தாம்ரச காலகை அவபதிக்கும்.



$$2CuSO_4 + 4KCN \rightarrow [2Cu(CN)_2] + K_2SO_4$$
$$2Cu(CN)_2 \rightarrow Cu_2(CN)_2 + C_2N_2 \uparrow$$

காலகம் நிறமற்ற மிக்க விஷத்தன்மைபொருந்திய எரியக்கூடிய வாயு. அதைத் திரவமாக்கலாம்; கொதிநிலே—21°ச. அதனுடைய விஷத்தன்மைக்காகவே அதற்குக் காலகமென்று பெயரிட்டிருக்கிறோம் (காலகம்=விஷம்). இந்நூதனமான பொருள் ஒரு தனிப்பொருள் போல் மறு பொருள்களுடன் கலக்கும். இப்படிக் கலக்கக்கூடிய சேர்க்கைப் பொருள்களுள் இதுவே முதலில் காணப்பட்டது.

அப்ஜனக-காலகை அல்லது ப்ரஷ்ஷிகாமிலம் HCN (Hydrogen cyanide or Prussic acid)

காலகையை நீரிட்ட கந்தகிகாமிலத்துடன் காய்ச்சி வடிக்க, அப்ஜனக-காலகை விலயனம், கிரஹணீ பாத்திரத்தில் வந்து தங்

[1] இது கொடிய நஞ்சு. வெகு ஜாக்கிரதை!

கும். [ஜாக்கிரதை. அப்ஜனக-காலகை பேர்போன ஒரு கொடிய விஷம். புகை அறையில் (Fume chamber) தான் சோதனையைச் செய்யலாம்]. வெளிவரும் வாயுவை, கால்ஸிய-ஹரிதகை வழியாய்ச் செலுத்த நீராவி அதில் தங்கிவிடும். பின்பு வெளியேறும் வாயுவை உறைமிச்ரத்தின் உதவிகொண்டு திரவமாக மாற்றலாம். அது அப்ஜனக-காலகைத் திரவம்.

அப்ஜனக காலகை நிறமற்ற திரவம்? அதன் கொதி நிலை 27°ச. அதில் இரண்டு சொட்டுக்களே ஒருவனைக் கொல்லப் போதிய வன்மையுடையவை. அது கசப்பு-வாதாங்கொட்டை போல் மணமுடையது. அது எளிதில் தண்ணீரிற் கரையும். அது பலங்குறைந்த அமிலம். ஆகையால், பொட்டாஸிய-காலகை விலயனம் லிட்மஸ் தாளை நீலமாக்கும். நீர்வியோகத்தால் விலயனம் க்ஷாரகுணம் பொருந்தியிருக்கிறது. காலகைகளெல்லாம் க்ஷயகாரிகள். க்ஷயகாரிகளாக விகாரிக்கும்பொழுது, அவைகள் காலகிகஜங்களாக (Cyanates) பிராணீகரிக்கப்படும்.

$KCN + PbO \rightarrow Pb + KCNO$ பொட்டாஸிய-காலகிகஜம் (Potassium cyanate).

கந்தகோகாலகிகஜங்கள் (Thiocyanates)

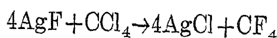
பொட்டாஸிய-காலகையை அமோனிய-கந்தகை விலயனத்துடன் சேர்த்துக் கொதிக்கவிட்டு வற்றவைத்தால், வெளிவருங் கந்தகம் காலகையுடன் ஐக்கியமாகிவிட, கந்தகோகாலகிகஜமுண்டாகும். கந்தகோகாலகிகஜ விலயனம், அயிக உப்புடன் சம்பந்தப்பட்டால், இரத்த நிறமுள்ள விலயனமுண்டாகுமென்று முன்பே கண்டிருக்கிறோம். அயிக-கந்தகோகாலகிகஜத்தின் (Ferric thiocyanate) நிறம் இரத்தச் சிவப்பு.

இங்காலமும் லவணஜனகங்களுஞ் சேர்ந்த பொருள்கள்

இங்கால-சதுர்காசாதை CF_4 (Carbon Tetrafluoride)

இங்காலமும் காசாதமும் நேரே ஸம்யோகிக்க இங்கால-சதுர்-காசாதை யுண்டாகும். அல்லது இரஜத-காசாதையுடன்

இங்கால-சதுர்-ஹரிதகையை (300°-ல்) விகாரிக்கச்செய்தாலும் அது உண்டாகும்.

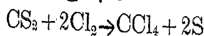


$$4AgF + CCl_4 \rightarrow 4AgCl + CF_4$$

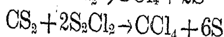
அது நிறமற்ற மணமற்ற மந்தமான வாயு. அதன் கொதிநிலை —130°ச. தண்ணீர், சுண்டின கந்தகிகாமிலம், க்ஷார விலயனங்கள் முதலியவற்றுள் ஒன்றாலும் அது பீடிக்கப்படுவதில்லை. அதனுடன் அப்ஜனகத்தைக் கலந்து வாயுமிச்ரத்தில் மின் பொறிகளைச் செலுத்தினும் விகாரமொன்று மேற்படுவதில்லை.

இங்கால-சதுர்-ஹரிதகை CCl_4 (Carbon Tetrachloride)

எவ்வதிக உஷ்ண நிலையிலும் இங்காலம் ஹரிதகத்துடன் நேரே ஸம்யோகிப்பதில்லை. கரிகந்தகத்திராவகத்தை ஹரிதகத்துடனாவது கந்தக-ஹரிதகையுடனாவது விகாரிக்கச் செய்து, இங்கால-சதுர்-ஹரிதகை அதிக அளவில் தயாரிக்கப்பட்டு வருகிறது.



$$CS_2 + 2Cl_2 \rightarrow CCl_4 + 2S$$



$$CS_2 + 2S_2Cl_2 \rightarrow CCl_4 + 6S$$

இங்கால-சதுர்-ஹரிதகை நிறமற்ற நறுமணமுடைய திரவம். அதன் கொதிநிலை 77°ச; திண்மை 1·58. எண்ணெய் கொழுப்பு முதலிய பொருள்களைக் கரைக்க அது ஒரு நல்ல திராவணம். தண்ணீரில்லாமல் துணிகளைச் சலவை செய்ய அது உபயோகப்படுகிறது. அது எரிபொருளல்ல, தீயையணைப்பதற்கும் அது உபயோகிக்கப்படுகிறது. வியாபார முறையில் அதை "பைரீன்" (Pyrene) என்பார்கள். அது மிகவும் மந்தமான ரஸாயனப்பொருள்.

இங்கால-சதுர்-இரக்தகை CBr_4 (Carbon Tetrabromide)

2-பங்கு கரிகந்தகத்திராவகம், 14-பங்கு இரக்தகம், 3-பங்கு பாடலகம் என்பவற்றைச் சேர்த்து ஒரு குழாயிலெடுத்து, அக்குழாயின் வாயையுருக்கி மூடிச் சூடு செய்து குளிரவிட்டுப் பின்பு விகாரமிச்ரத்தை ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை

யுடன் சேர்த்துக்காய்ச்சி வடித்து, வெண்மையானதும் தகதகப்பானதுமான இங்கால-சதுர்-இரக்தகை ஸ்படிகங்களைத் தயாரிக்கலாம். அதன் உருகு நிலை 91°ச; திண்மை 3·42. 0°ச-வுக்குக் குளிர்விக்கப்பட்ட அலுமீனிய-பாடலகையின் மேல் கந்தக-சதுர்-ஹரிதகையும் கரிகந்தகத்திராவகமுஞ் சேர்ந்த கலவையைச் சொட்டவிட்டு, இங்கால-சதுர்-பாடலகையை CI_4 (Carbon tetraiodide) கருஞ் சிவப்பு நிறமுள்ள ஸ்படிகங்களாக அடையலாம். சாதாரண உஷ்ண நிலையிலேயே அது மெதுவாகக் காற்றிற் கரியாகவும் பாடலகமாகவும் விபாகிக்கும்.

இங்காலப்பிராணைகள்

இங்காலமும் பிராணவாயுஞ் சேர்ந்துண்டாகும் பிராணைகளில் முக்கியமானவை இரண்டே. அவையாவன:—

(1) இங்கால-ஏக-பிராணை CO (Carbon monoxide)

(2) இங்கால-துவி-பிராணை CO_2 (Carbon dioxide)

இங்கால-உப-பிராணையை C_3O_2 நாம் இங்கு கவனிக்க வேண்டிய அவசியமில்லை.

இங்கால-ஏக-பிராணை CO

இங்கால-ஏக-பிராணையைக் காற்றில் காண்பதரிது. அவ்வாயு, எரிமலையிலிருந்து வெளிப்படும் வாயுவிற் கலந்திருக்கும். கரி போதுமான காற்றில்லாத சமயங்களில் எரியும்பொழுது, அவ்வாயுவுண்டாகும். புகையிலைப் புகையிலும், அடுப்புலைகளினின்று புகை போக்கி வழியாய் வெளியேறும் வாயுவிலும், நிலக்கரி வாயுவிலும், அதைக் காணலாம். கரியடுப்பில் நீலச்சுடர் காண்பது அங்குண்டாகும் இங்கால-ஏக-பிராணை எரிவதே.

(1) கரி குறைந்த காற்றிலெரியும்பொழுதும், (2) கரியமிலவாயுவைச் செங்கரித்தணல் மேல் அனுப்பும் பொழுதும் $CO_2 + C \rightarrow 2CO$, (3) சூடான நாகத்தூளின் மேல் கரியமிலவாயுவைச் செலுத்தும்பொழுதும் $Zn + CO_2 \rightarrow ZnO + CO$, (4) நாக-பிராணையைக் கரியுடன் சூடு செய்யும்பொழுதும் $ZnO + C \rightarrow Zn + CO$ இங்கால-ஏக-

பிராணை உண்டாகும். (5) சிவக்கக்காய்ந்த கரியின்மேல் நீராவியைச் செலுத்த இங்கால-ஏக-பிராணையும் அப்ஜனக மும் உண்டாகும். இக்கலவை வாயுதான் "நீர்-வாயு" (Water-gas) எனப்படுவது. $C+H_2O \rightarrow CO+H_2$ உலோகங்களைத் தயாரிப்பதற்கு நிலக்கரியை உபயோகிக் குஞ் சமயத்திலெல்லாம், இங்கால-ஏக-பிராணை உபவிளை வாக உண்டாகும். அதைச் சோதனைச்சாலையில் அதிக அளவில் தயாரிக்கக் கீழே குறித்த முறைகளை அனுசரிக்க லாம்.

(1) சூடான சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தில் பிபீலி காமிலத்தை (Formic acid) சொட்டவிட, அமிலத்திலி ருந்து தண்ணீர் பிரிக்கப்பட்டு இங்கால-ஏக-பிராணை வெளி யேறும். ஸோடிய-பிபீலிகஜத்தைச் சுண்டின கந்தகி காமிலத்துடன் சூடு செய்தும் அதைத் தயாரிக்கலாம்.



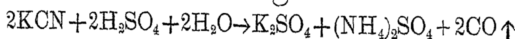
$$HCOOH \xrightarrow{H_2SO_4} H_2O + CO\uparrow$$

(2) ஆக்ஸாலிகாமிலத்தைச் சுண்டின கந்தகி காமிலத்துடன் சூடு செய்ய, அமிலத்திலிருந்து தண்ணீர் பிரிய, இங்கால-ஏக-பிராணையும் இங்கால-துவி-பிராணை யும் வெளிவருமென்று முன்பே குறித்திருக்கிறோம். வாயுமிச்ரத்தைப் பொட்டாஸிய க்ஷார விலயனத்திற் செலுத்த, இங்கால-துவி-பிராணை சோஷிக்கப்பட்டு இங் கால-ஏக-பிராணையே வெளிவரும்.

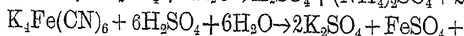


$$(COOH)_2 \xrightarrow{H_2SO_4} H_2O + CO_2 + CO$$

[(3) பொட்டாஸிய-காலகையுடனாவது (அபாயம்! நீரிட்ட அமிலத்தை உபயோகித்தால் அப்ஜனக-காலகை வெளிவரும்) பொட்டாஸிய-அயச-காலகையுடனாவது சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தைச் சேர்த்துச் சூடு செய்ய, இங்கால-ஏக-பிராணை வெளிவரும்.



$$2KCN + 2H_2SO_4 + 2H_2O \rightarrow K_2SO_4 + (NH_4)_2SO_4 + 2CO\uparrow$$



$$K_4Fe(CN)_6 + 6H_2SO_4 + 6H_2O \rightarrow 2K_2SO_4 + FeSO_4 +$$



$$3(NH_4)_2SO_4 + 6CO\uparrow$$

கடைசியிற் குறித்த விகாரத்தில் வாயு அடக்கமுடி யாத நிலையில் வெளியேறலாம்.]

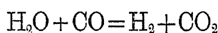
எம்முறையில் தயாரித்த வாயுவையும் தண்ணீருக்கு மேல் சேகரித்துக்கொள்ளலாம்.

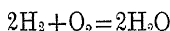
எச்சரிக்கை.—இங்கால-ஏக-பிராணை கொடிய நஞ்சுப் பொருளாகையால், அதை வெகு ஜாக்கிரதையுடன் தயாரிக்கவேண்டும்.

குணங்கள் :—இங்கால-ஏக-பிராணை நிறமற்ற சுவையற்ற மணமற்ற (?) வாயு (விஷவாயு—ஜாக்கிரதை !). அதன் கொதிநிலை—191°ச; பனிக்கட்டிபோன்ற திடஸ்திதியிலுள்ள பொருளின் உருகுநிலை —208°ச ; அவதி-உஷ்ணநிலை 139·5°ச ; அவதி அமுக்கநிலை 35·5 வாயுமண்டலங்கள். அவ்வாயுவில் ஓர் உயிர்ப் பிராணியைப் போட அது உடனே சாகும். இரத்தத்திலிருக்கும் இரத்தவண்ணம் (Haemoglobin) என்ற வஸ்துவுடன் அவ்வாயு சேர்ந்து பல தீங்குகளை விளைக்கும். அது காற்றில் நூற்றுக்கொரு பங்கு இருந்தாற்கூட, அக்காற்றையுட்கொள்ளும் பிராணிகள் இறக்க நேரிடலாம். நிலக்கரிவாயுவும் மண்ணெண்ணெய் வாயுவும் விஷமுள்ளனவாயிருப்பது அவைகளில் இங்கால-ஏக-பிராணை இருப்பதால்தான். மோட்டார் வண்டிகள் இருக்கும் அறைகளில் சில சாவுகள் ஏற்படுகின்றன. மோட்டார் வண்டியினின்று வெளிவரும் புகையில் இங்கால-ஏக-பிராணை இருப்பதால்தான் அக்கேடு விளைகின்றது. அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் மோட்டாரோடும் குழாய்ப் பாதைகளில் (Tunnels) இவ்வாயு தீங்குசெய்யாமலிருக்குமாறு பல ஏற்பாடுகள் செய்கின்றனர். ஹாப்கலைட் (Hopcalite)[1] என்ற பொருளையுடைய முகமூடியைச் சுரங்கங்களில் வேலை செய்வோர் உப

[1] ஹாப்கலைட்=50% மாங்கனஜ-துவி-பிராணை+30% தாம்மிரிக-பிராணை+15% கோபதிக-பிராணை (Co_2O_3)+5% இரஜத-பிராணை.

யோகித்து விஷவாயுக்களிலிருந்து தப்புகின்றனர். இது ஒரு ஸ்பர்சகர்த்தா. இங்கால-ஏக-பிராணையை இங்கால-துவி-பிராணையாக விருத்திசெய்யும். தற்செயலாய் அவ் விஷந்தீண்டியவர்களை பிராணவாயுவையாவது ஓஸோனித்த காற்றையாவது உட்கொள்ளச் செய்து, அமைதியாய்ப் படுக்கவைத்துப் பின் வேண்டியிருந்தால் உத்தீபனமருந்துகளை (Stimulants) அவர்களுக்குக் கொடுத்து அவ்விஷத்தின் தீங்கை மாற்றலாம். அவ்வாயு தண்ணீரில் வெகு அற்ப அளவிலேயே கரையும். அது ஓர் எரிபொருள். தொழில் முறைகளில் அது சேர்ந்த பல வாயுக்கலவைகள் எரிபொருளாக உபயோகிக்கப்படுகின்றன. ஆனால் மற்றவைகள் அதில் எரியமாட்டா. இரண்டு பருமன் இங்கால-ஏக-பிராணையும் ஒரு பருமன் பிராணவாயுவுஞ் சேர்ந்த வாயுக்கலவையைக் கொளுத்திவிட, அவை சிறு வெடியுடன் விகாரித்து, இங்கால-துவி-பிராணையாக மாறும். $2CO + O_2 = 2CO_2$. வாயுக்கள் ஈரமற்றதாயிருப்பின் விகாரம் நடக்காது. சிறிதளவு ஈரம் ஸ்பர்ச கர்த்தாவாக விகாரிக்கிறது என்பது டிக்ஸனின் (Dixon) அபிப்பிராயம்.


$$H_2O + CO = H_2 + CO_2$$


$$2H_2 + O_2 = 2H_2O$$

இங்கால-ஏக-பிராணை ஓர் அஸம்பூரண சேர்க்கைப் பொருளென்று பலதடவை குறித்திருக்கிறோம். ஆகையால், அது பிராணவாயுவுடன் சேர்ந்து இங்கால-துவி-பிராணையாகவும், கந்தகத்துடன் சேர்ந்து இங்காலல் கந்தகையாகவும் COS (Carbonyl sulphide), ஹரிதகத்துடன் சேர்ந்து இங்காலல்-ஹரிதகையாகவும் $COCl_2$ (Carbonyl chloride) மாறும். நுண்ணிய நிக்கலப் பொடியுடன் அது ஸம்யோகித்து நிக்கல-இங்காலல் $Ni(CO)_4$ (Nickel carbonyl) என்ற ஒரு திரவத்தைக் கொடுக்கும். அய-இங்காலல்கள் அநேகமுண்டு.

உ-ம். :—

$Fe(CO)_5$ 102·5°ச-ல் கொதிக்கிற மஞ்சள் நிறமுள்ள திரவம்.

$Fe(CO)_4$ கறும் பச்சை ஸ்படிகங்கள்.

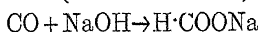
$Fe_2(CO)_9$ கிச்சிலிச் சிவப்பு நிறமுள்ள ஸ்படிகங்கள்.

இங்கால-ஏக-பிராணையும் அப்ஜனகமும் அதிக அமுக்கநிலையில் ஒரு ஸ்பர்ச கர்த்தா இருக்குஞ் சமயத்தில் ஸம்யோகித்து, மிதில-சாராயத்தைக் கொடுக்கும். ஜெர்மெனி தேசத்தில் இம்முறையால் அதிக அளவில் அச்சாராயத்தைத் தயாரிக்கின்றனர்.



$$CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH$$ (மிதில-சாராயம்)

இங்கால-ஏக-பிராணை ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையுடன் தண்ணீரிருக்குஞ் சமயத்தில் 200°ச-ல் ஸம்யோகிக்க, ஸோடிய-பிபீலிகஜம் (Sodium formate) உண்டாகும்.



$$CO + NaOH \rightarrow H{\cdot}COONa$$

அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்திற் கரைந்த தாம்ரச-ஹரிதகை விலயனத்தில் இங்கால-ஏக-பிராணை கரையும். அதில் இங்கால-துவி-பிராணை கரையாது. இங்கால-ஏக-பிராணை தாம்ரச-ஹரிதகை கரைந்த அமோனியா விலயனத்திலுங் கரையும். அதிலிருந்து $CuClCO2H_2O$ என்ற சங்கேதமுடைய நிலையற்ற வெண்மை ஸ்படிகங்களை அடையலாம். பொட்டாஸிய க்ஷார விலயனத்தில் இங்கால-ஏக-பிராணை கரையாது. ஆனால் அதில் இங்கால துவி-பிராணை கரையும். இங்கால-ஏக-பிராணை ஒரு க்ஷயகாரி. உலோகப் பிராணைகளுடன் அது விகாரிக்க உலோகங்களுண்டாகும்.



$$PbO + CO = Pb + CO_2. \qquad CuO + CO = Cu + CO_2$$

சங்கலனம் :—தெரிந்த அளவு இங்கால-ஏக-பிராணையை யெடுத்து, அதனுடன் தெரிந்த அதிக அளவிற் பிராணவாயுவைக் கலந்து மின்பொறிகொண்டு தாக்க, இங்கால-துவி-பிராணையுண்டாகும். பொட்டாஸிய க்ஷார

விலயனத்தின் உதவிகொண்டு இங்கால-துவி-பிராணையின் அளவைத் தெரிந்துகொள்ளலாம்.

ஒரு பருமன் இங்கால-ஏக-பிராணையும் ஒரு பருமன் பிராணவாயுவும் விகாரித்த பின்பு, க்ஷார விலயனத்தில் அம்மிச்ரத்தைக் கரைக்க, $\frac{1}{2}$ பருமன் பிராணவாயு மீதி நிற்கும். ஆகையால் 2 பருமன் இங்கால-ஏக-பிராணை ஒரு பருமன் பிராணவாயுவுடன் விகாரிக்க, இரண்டு பருமன் இங்கால - துவி - பிராணையுண்டாகிறதென்று வெளிப்படு கிறது.

அவோகாட்ரோ நியாயத்தின்படி

2 அணு இங்கால-ஏக-பிராணை + 1 அணு பிராண வாயு = 2 அணு இங்கால-துவி-பிராணை

1 அணு இங்கால-ஏக-பிராணை + $\frac{1}{2}$ அணு பிராண வாயு = 1 அணு இங்கால-துவி-பிராணை

இங்கால-துவி-பிராணையின் சங்கேதம் $= CO_2$

∴ இங்கால-ஏக-பிராணை $= CO_2 - \frac{1}{2}$ அணு பிராணவாயு $= CO_2 - 1$ பரமாணு பிராணவாயு $= CO$

இங்கால-ஏக-பிராணையின் அணுபாரம் = 28.

ஆகையால் CO என்ற சங்கேதம் சரியானதென்று நிச்சய மாகிறது.

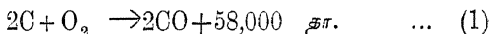
இங்கால-ஏக-பிராணையைக் காட்டிக்கொடுக்குஞ் சோதனைகள்

இங்கால-ஏக-பிராணை நீல நிறத்துடன் எரிந்து கரிய மிலவாயுவாக மாறும். இதைச் சுண்ணும்பு நீர் கொண்டு சோதிக்கலாம். அது இருக்கும் அளவிற்கேற்ற விகிதத்தில் பல்லேடிய-ஹரிதகையைச் (Palladium chloride) சிவப்பாகவாவது பச்சையாகவாவது கறுப்பாகவாவது மாற்றும். 'வோகல் பரீக்ஷை' (Vogel test) :—ஒரு பங்கு இரத்தத்தை 200 பங்கு தண்ணீர் விட்டுப் பெருக்கி ஞல் மஞ்சள் மேலாடிய சிவப்பு நிறமுள்ள விலயனமுண்

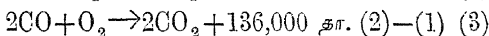
டாகும். அவ்விலயனம் இங்கால-ஏக-பிராணையுடன் சம்பந்தப்படுமேயாகில், தெளிவான கருஞ்சிவப்பு வர்ணமுடையதாக மாறும்; இவ்விலயனம் மாசக்காய் விலயனத்துடன் சேர சிவப்பு அவபதிதம் தோன்றும்; சாதாரண இரத்த விலயனம் பழுப்பு அவபதிதத்தையே கொடுக்கும்.

தொழிற்சாலைகளில் இங்கால-ஏக-பிராணை சேர்ந்த சில வாயு மிச்ரங்களை எரிப்பதற்கு உபயோகப்படுத்துவதால் அம்மிச்ரங்களைப்பற்றி இங்கு சற்றுக் கவனிப்போம்.

உலைக்காற்று (Producer-gas):—கரியும் பிராணவாயுவுஞ் சேர்ந்து இங்கால-ஏக-பிராணையையும் துவி-பிராணையையுங் கொடுக்கும்பொழுது அவ்விகாரங்களிலேற்படும் உஷ்ணத்தைக் கவனிப்போம்.


$$2C + O_2 \rightarrow 2CO + 58{,}000 \text{ தா.} \quad \ldots \quad (1)$$


$$2C + 2O_2 \rightarrow 2CO_2 + 194{,}000 \text{ தா.} \quad \ldots \quad (2)$$

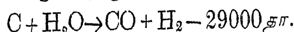

$$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2 + 136{,}000 \text{ தா.} \ (2)-(1) \quad (3)$$

இங்கால-ஏக-பிராணையுண்டாகுஞ் சமயத்தில் வெளிவரும் உஷ்ணத்தை உபயோகிக்காவிட்டால், 12 கிராம் கரி முற்றிலும் பிராணீகரிக்கப்படுவதிலேற்படும் 97000 தாபாங்கங்களில், 68000 தாபாங்கங்களே (70%) உபயோகப்படும். 30% நஷ்டம் ஏற்படாமலிருக்கும்பொருட்டு, உலைக்காற்றையுண்டாக்கும் உலைகளை இங்கால-ஏக-பிராணையை எரிக்கவேண்டிய சூளைக்குப் பக்கத்திலமைக்கிறார்கள். உலைக்காற்றுண்டாகும் உலையிற் சுட்ட கரியை நிரப்பி, கரியைக் கொளுத்திவிடுவார்கள். பிராணீகரணம் முற்றிலுமாகாவண்ணம் காற்றோட்டத்தை நிதானப்படுத்திச் செலுத்துவார்கள். உலையிலிருந்து விளைவு வாயு வெளியே சென்றுகொண்டேயிருப்பதால், சாமிய ஸ்திதி ஏற்படுமென்ற பயமில்லை. உலை உயரமாகவும், உஷ்ண நிலை சுமார் 1100°-க்குக் குறையாமலுமிருக்க, உலையினடியில் உண்டாகும் இங்கால-துவி-பிராணையை மேலேயிருக்கும் வெண்-சூடுள்ள கரி இங்கால-ஏக-பிராணையாக மாற்றிவிடும்.

உலைக்காற்றில் நூற்றில் 60 பங்கு பாக்கியஜனகமும் 2 பங்கு இங்கால-துவி-பிராணையும், 38 பங்கு இங்கால-ஏக-பிராணையும் இருக்கும்.

நீர்-வாயு (Water-gas)

சுட்டகரியைச் சூடு செய்து அதன்மேல் நீராவியைச் செலுத்த, இங்கால-ஏக-பிராணையும் அப்ஜனகமும் உண்டாகும் என்றும் அவ்வாயு-மிச்ரத்திற்கு நீர்-வாயுவென்று பெயர் என்றும் முன்பு குறித்தோம்.



$$C + H_2O \rightarrow CO + H_2 - 29000 \text{கா.}$$

அவ்விகாரம் உஷ்ணமுட்கொள்ளும் விகாரமாகையால், உஷ்ணத்தை அதிகப்படுத்தி விகாரத்தை நடத்த, இங்கால-ஏக-பிராணையும் அப்ஜனகமும் அதிக அளவில் உண்டாகும். ஆனால் வெளியிலிருந்து உஷ்ணத்தை யூட்டுவது சாத்தியமில்லாமலிருப்பதால், நீர்-வாயுவின் விளைவு, விகாரஞ் செல்லச்செல்லக் குறைந்து கொண்டேவரும். முன்னாளில், விகாரமண்டலத்தில் அடிக்கடி காற்றை ஊதிச் செலுத்திக் கரியை எரியவிட்டு, அதிக உஷ்ணம் உண்டாகும்படி செய்தார்கள்.

இந்நாளில், நீராவியும் போதுமான காற்றுஞ் சேர்ந்த மிச்ரத்தை ஜ்வலிக்குந் தணல்மேல் செலுத்தி விகாரமண்டலத்தின் உஷ்ணநிலை குறைவுபடாமற் பார்த்துக்கொள்ளுகிறார்கள். அங்கு வெளிவரும் வாயு-மிச்ரத்திற்கு "அர்த்த-நீர்-வாயு" (Semi-water-gas) என்று பெயர். இவ்விரண்டு வாயு மிச்ரங்களின் சங்கலனத்தையும் பருமனளவிற் கவனிப்போம்.

	அப்ஜனகம்	இங்கால-ஏக-பிராணை	பாக்கியஜனகம் இங்கால-துவி-பிராணைமுதலியன
நீர்-வாயு	50	40	10
அர்த்த-நீர்-வாயு	15	25	60

உலைக்காற்றையும் நீர்வாயுவையும் உபயோகித்துப் பாக்கியஜனகத்தையும் அப்ஜனகத்தையும் தயாரித்து, அவற்றைப் பாக்கியஜனக-பந்தன முறைகளில் உபயோகிக்கிறார்கள் என்று முன்பே கூறியிருக்கிறோம் (பக்கம் 952).

இங்கால-துவி-பிராணை அல்லது கரியமிலவாயு CO_2

சரித்திரம் :—இங்கால-துவி-பிராணை வெகு நாளாகத் தெரிந்த பொருளே. 17-ம் நூற்றாண்டின் ஆரம்பத்திலேயே, வான் ஹெல்மண்ட் (Von Helmont) என்பவர் (1) கரி, மரம் முதலியவை எரியும்பொழுதும், (2) சிமைச் சுண்ணாம்பு (Chalk), சுண்ணாம்புக்கல் (சுக்காங்கல்) முதலிய பொருள்கள் அமிலங்களுடன் சம்பந்தப்பட்டு நிற்கும் பொழுதும், (3) சில திரவங்கள் புளித்து நுரைக்கும் பொழுதும், (4) சேதன வஸ்துக்கள் அழுகும்பொழுதும் அவ்வாயு உண்டாகுமென்றும், எரிதலுக்கு அது தடைபாக நிற்குமென்றும், அவ்வாயுவில் பிராணிகள் ஜீவிக்க முடியாதென்றும் அறிந்து, வெளியிட்டிருக்கிறார். அதற்கு காட்டு வாயு (gas sylvestre=the wild gas of the woods) என்ற பெயரைக் கொடுத்தார். அவ்வாயு ஒரு விசேஷச் சேர்க்கைப் பொருள்தான் என்று அவர் கருதியதாகச் சொல்லமுடியாது. அதன் குணங்களை மற்ற சில வாயுக்களினிடத்திலுங் கண்டதால், அவர் அவ்வாயுக்களெல்லாம் ஒரு வாயுவையே குறிக்கின்றன என்ற தப்பபிப்பிராயங் கொண்டார்.

ப்ளாக் என்பவர் அவ்வாயு மிருதுக்ஷாரங்களில் (mild alkalies) இருக்கிறதென்றும், க்ஷாரவிலயனங்கள் அவ்வாயுவைக் கரைத்துக்கொண்டு மிருது க்ஷாரங்களாக மாறுகின்றனவென்றும் அறிந்து அவ்வாயுவுக்கு "நிலைப்பட்ட காற்று" (Fixed-air) என்று பெயரிட்டார் (1754). அக்காற்று, கரியும் பிராணவாயுவுஞ் சேர்ந்த பொருளென்று லவாசியர் (1781) நிரூபித்து அதற்குக் 'கரிய

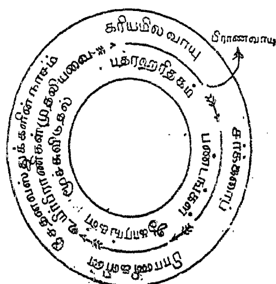
மிலவாயு' (acide carbonique) என்ற பெயரைக் கொடுத்தார். ஆனால் அது அமிலமல்ல, நிர்ஜலாமிலம்.

சம்பவம்:—வாயுமண்டலத்திற் சிறிதளவு கரியமிலவாயு இருக்கிறதென்று முன்பே குறித்திருக்கிறோம். சாதாரணமாக 10,000 பங்கு காற்றில் 3 பங்கு கரியமிலவாயுவிருக்கும். 'விச்சித் தண்ணீர்' போன்ற சில கனிஜ-ஜலங்களில் (mineral water) அது அதிக அளவிற் கரைந்திருக்கிறது. எரிமலையிலிருந்து வெளிப்படும் காற்றில் அதைக் காணலாம். சில விடங்களிற் பூமியிலுள்ள வெடிப்புகளினின்று அது கிளம்புகிறது. அது காற்றைவிடக் கனமுள்ளதாதலால் சில கிணறுகளுக்கடியிலும் பள்ளத்தாக்குகளிலும் தங்கிநிற்கிறது. ஜாவா தேசத்திலிருக்கும் அவ்விதமான ஒரு பள்ளத்தாக்கிற்கு "மாணப் பள்ளத்தாக்கு" (Valley of death) என்று பெயர்.

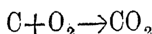
கரி சேர்ந்த பொருள்கள் எரியும்பொழுதும், மாமிசப் பண்டங்கள், தாவரப்பொருள்கள் முதலியவை நசித்துப் போகும்பொழுதும், உயிர்ப்பிராணிகள் மூச்சுவிடும் பொழுதும், பல வஸ்துக்கள் நுரைக்கும்பொழுதும், சுண்ணாம்புக்கல்லைச் சுட்டுச் சுண்ணாம்பு தயார் செய்யும்பொழுதும், பல ஊற்றுக்களிலிருந்து கரைந்த காற்று வெளிவரும் பொழுதும் கரியமிலவாயு உண்டாகி வெளிவந்து காற்றுடன் கலந்துகொள்ளும். கரியமிலவாயு உண்டாகிக் காற்றுடன் கலந்துகொள்ளுஞ் சமயங்களில் அப்போதைக்கப் போது அது விலக்கவும்படுகிறது. கரியமிலவாயுவை விலக்குவதற்குச் செடி கொடிகளின் பச்சை-இலைகள் சாதகமாயிருக்கின்றன. அம்முறைக்குப் "பரிணமம்" (assimilation) என்று பெயர்.

சூரிய வெளிச்சத்தின் உதவிகொண்டு இலைகளிலிருக்கும் "பத்ரஹரிதம்" (Chlorophyll) என்ற பச்சைநிறமுள்ள பொருள், கரியமிலவாயுவைக் கரியாகவும் பிராணவாயுவாகவும் விபாகிக்கும். அப்பொழுது பிராணவாயு

அநேகமாய் வெளியேறிவிடும். கரி, முதலில் பார்மல்டீ ஹைட் (Formaldehyde) ஆகவும் பின்பு சர்க்கரையாகவும் மாப்பொருளாகவும் மாறும். ஆகையால், இங்கால-துவி-பிராணையுண்டாகி வெளிவந்து பின்பு அது சோஷிக்கப் படுவது சக்கரம்போற் சுழன்றுகொண்டே இருக்கிறது.



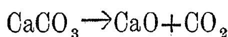
தயாரித்தல் :—(1) கரி வர்க்கத்தைச் சேர்ந்த பொருளைக் காற்றிலெரிக்க கரியமிலவாயுவுண்டாகும்.



$$C+O_2 \rightarrow CO_2$$

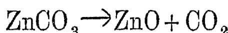
(2) சேதனப்பொருள்களெரியும்பொழுது தண்ணீரும் கரியமிலவாயுவுமுண்டாகும். எரிகிற மெழுகுதிரிக்கு மேல் ஒரு கண்ணாடிப் போகணியைச் சிறிது நேரந் தணித்து வைத்திருந்து, பின்பு பார்க்க, போகணியின் உட்பக்கத்தில் தண்ணீர்த்துளிகளைக் காணலாம். அப் போகணியில், தெளிந்த சுண்ணாம்புத்தண்ணீரையூற்றிக் குலுக்க, அந்நீர் பால்போல் மாறும். சுண்ணாம்புத்தண்ணீர் பால்போல் வெளுப்பது கரியமிலவாயு இருப்பதைத் தெரிவிக்கும் ஓர் அறிகுறி. சுண்ணாம்புத்தண்ணீருக்குப் பதிலாகப் பேரிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்தையுமுபயோகிக்கலாம்.

(3) யதார்த்த ஸோடிய, பொட்டாஸிய இங்காலிகஜங்களைத்தவிர மற்ற இங்காலிகஜங்களுள் ஏதேனுமொன்றைச் சூடு செய்ய, இங்கால-துவி-பிராணை வெளியேறும்; உலோகப்பிராணை மீதி நிற்கும். சுண்ணாம்புக் கல்லை (கால்ஸிய இங்காலிகஜம் $CaCO_3$) காளவாயிலிட்டுச் சூடு செய்யும்பொழுது கரியமிலவாயு வெளியேறும். சுட்ட சுண்ணாம்பாகிய கால்ஸிய-பிராணை CaO மீதி நிற்கும்.

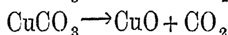


$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$

அதேவிதமாக

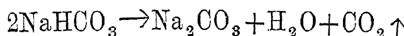


$$ZnCO_3 \rightarrow ZnO + CO_2$$



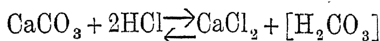
$$CuCO_3 \rightarrow CuO + CO_2$$

எந்த அமில-இங்காலிகஜத்தை (Bicarbonate) சூடு செய்தாலும் சுத்தமான இங்கால-துவி-பிராணை வெளியேறும்.



$$2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

(4) எந்த இங்காலிகஜத்தையும் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் சேர்த்தால், இங்கால-துவி-பிராணையுண்டாகும்.



$$CaCO_3 + 2HCl \rightleftarrows CaCl_2 + [H_2CO_3]$$



$$H_2CO_3 \rightarrow H_2O + CO_2 \uparrow$$

அவ்விகாரத்தில் முதலில் உண்டாகும் இங்காலிகாமிலம் (Carbonic acid H_2CO_3) மிகவும் பலங்குறைந்த அமிலமாகையாலும் நிலையற்றதாகையாலும், தண்ணீராகவும் இங்கால-துவி-பிராணையாகவும் பிரியும். அது அவ்விதம் விபாகிப்பதால் மேலே குறித்த விபரீத விகாரத்தில் வலம் நோக்கிச் செல்லும் விகாரமே முற்றிலும் நடைபெறும்.

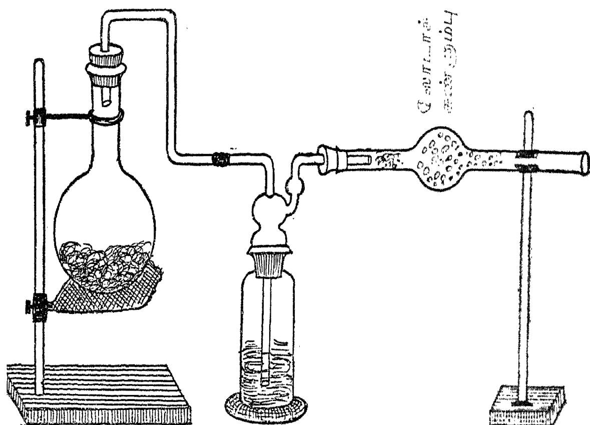
ஆனதுபற்றியே, சோதனைச் சாலையில் "கிப்" யந்திரத்திலுள்ள சலவைக் கற்றுண்டுகளின்மேல் நீரிட்ட

அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலந் தாக்கும்படி செய்து, கரியமில வாயுவைத் தயாரிக்கிறோம். அவ்வாயு, கனமானதாகையால், காற்றைமேல்நோக்கி விலக்குமுறையால் அதை வாயு ஜாடிகளிற் சேகரிக்கலாம். அதைத் தண்ணீருக்கு மேலுஞ் சேகரிக்கலாம். அவ்வாயுவைப் பொட்டாஸிய-இங்காலிகஜ விலயனத்திலும் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தினுஞ் செலுத்திச் சுத்தி செய்யலாம்.

எந்த இங்காலிகஜமும், எந்த அமிலத்துடனாவது சம்பந்தப்படுமேயாகில் விலயனம் நுரைக்கும்; இங்கால-துவி-பிராணை வெளிவரும். ஆனால் மேலே குறிப்பிட்ட கிப் யந்திரத்தில் கந்தகிகாமிலத்தை உபயோகிக்கக்கூடாது. ஏனெனில், சலவைக் கற்றுண்டுகளின் மேற்பாகத்தில் கந்தகிகாமிலம் பட்டவுடன் விகாரமேற்பட்டு, கால்ஸிய-கந்தகிகஜமும் ($CaSO_4$) இங்கால-துவி-பிராணையுமுண்டாகும். சலவைக் கற்றுண்டுகளின் மேற்பாகம், விளைபொருளாகிய கால்ஸிய-கந்தகிகஜத்தால் மூடப்பட்டுவிடவே, அவ் விளைபொருள் தண்ணீரிலும் நீரிட்ட அமிலத்திலும் கரையாதாகையால் அமிலம் அப்பூச்சை விலக்கிக்கொண்டு உள்ளே சென்று சலவைக் கல்லைத் தாக்கச் சக்தியற்றதாகிவிடுகிறது. ஆகையால், ஆரம்பத்தில் விகாரந்தோன்றியும், சிறிதுநேரத்திற்கெல்லாம் நின்றுவிடும்.

(5) சர்க்கரை சேர்ந்த விலயனங்கள் சாராயமாக மாறும் விகாரங்களில் நுரைத்து இங்கால-துவி-பிராணையை வெளிவிடும். "ஈஸ்ட்" (Yeast) என்று சொல்லப்படும் ஸூராமண்டத்திற் (கள்ளுப்பானையில் நுரைத்து மேலேநிற்கும் ஏடு) சிறிதளவை, 5% சர்க்கரை விலயனத்துடன் சேர்த்து, அவ்விலயனத்தை ஓர் உருண்டைக் கூஜாவில் எடுத்து, விடுகுழாயையுடைய தக்கைகொண்டு அக்கூஜாவையடைத்து, விடுகுழாயின் வெளி நுனியைப்

படத்திற்காட்டியபடி, சுண்ணும்புத் தண்ணீருள்ள சிறிய-வாயு-கழுவு-சீசாவுடனிணைத்து, அக்கழுவு சீசாவின் மற்ருெரு குழாயை ஸோடாச்சுண்ணும்புள்ள குழாயுடன் இணைத்து, உபகரணத்தை ஒரு கதகதப்பான அறையில்



சர்க்கரை விலயனம் கொதிக்கக் கரியமிலவாயு வெளிவருதல்

படம் **154**

வைக்கவும். சிலமணிநேரத்திற்குப்பின் பார்க்க விலயனம் நுரைத்திருக்கும், சுண்ணும்புத்தண்ணீர் பால்போல் வெளுத்திருக்கும். சர்க்கரை தயாரிக்குந் தொழிற்சாலைகளில் ஸ்படிகீகரிக்கமுடியாத சர்க்கரைப்பாகினை (Molasses—வெல்லப்பாகு) ஹோமண்டத்தின் உதவியால் சாராயமாக மாற்றுகிருர்கள். அதில், கரியமிலவாயு ஓர் உபயோகமுள்ள உப விளைவாக அதிக அளவிற் கிடைக்கிறது. ஸோடாத்தண்ணீர் முதலிய பானங்களைத் தயார் செய்ய அக்கரியமிலவாயு உபயோகிக்கப்படுவது யாவருக்கும் நன்கு தெரிந்ததே.

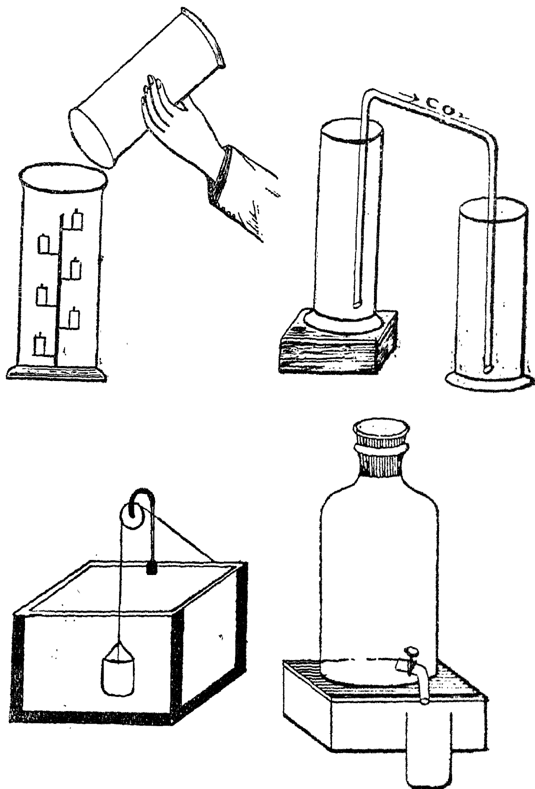
(6) தொழிற்சாலை உலைகளினின்று வெளியேறும் வாயுவைத் தண்ணீரிற் செலுத்த, கந்தக-துவி-பிராணை கரைந்துவிடும். வெளியேறும் வாயுவைப் பின்பு, பொட்டாஸிய-இங்காலிகஜ விலயனத்தில் (K_2CO_3) செலுத்த இங்கால-துவி-பிராணை கரைந்துவிட, பொட்டாஸிய-அப்ஜனக-இங்காலிகஜம் $KHCO_3$ (Potassium bicarbonate) உண்டாகும். அவ்விலயனத்தைக் கொதிக்கவிட, இங்கால-துவி-பிராணை வெளியேறும். பொட்டாஸிய-இங்காலிகஜம் மீதிநிற்கும். அதை மீண்டும் உபயோகித்து, மேற்கண்டபடி இங்கால-துவி-பிராணையைத் தயாரிக்கலாம். அவ்வாயுவை இரும்பினால் செய்யப்பட்ட தூண்வடிவுள்ள பாத்திரங்களில் 60 வாயுமண்டல அழுக்கநிலையில் அடைத்து விற்பனைக்காக அனுப்புகிறார்கள்.

பௌதிக குணங்கள் :—இங்கால-துவி-பிராணை ஒரு நிறமற்ற, சற்றுக் காரமணமுள்ள, சிறு புளிப்புள்ள வாயு. அப்ஜனகத்தைவிட அது 22 பங்கும் காற்றைவிட சுமார் 1·53 பங்கும் கனமுள்ளது. காற்றைவிட அது கனமான தென்பதைக் கீழே குறித்த சோதனைகளால் நிரூபிக்கலாம்.

(1) அடுக்காக மெழுகுதிரித் துண்டுகளை ஒரு கம்பியில் அமைத்து, அவைகளைக் கொளுத்தி, வாயகன்ற கண்ணாடிக் குவளையில் தாழ்த்தி, பின்பு அதற்குள் மற்றொரு குவளையிற் சேகரிக்கப்பட்ட அவ்வாயுவை மேலிருந்து கொட்ட, அது எரியும் மெழுகுதிரிகளை ஒவ்வொன்றாய் மேலிருந்து கீழே அணைத்துக்கொண்டே செல்லும் (அடுத்த பக்கம் 155-வது படத்தைப் பார்).

(2) ஒரு தொட்டியிலுள்ள வாயுவை ஒரு போகணி கொண்டு (தண்ணீரைப்போல்) இறைத்து வெளியேற்றி விடலாம். அல்லது ஒரு வளைந்த குழாய்கொண்டு தண்ணீரைப்போல் வடித்துவிடலாம். (Syphoned out)

(3) ஸோப் விலயனத்திற்குள் கண்ணாடிக் குழாயைத் தோய்த்து ஊத, ஸோப்-கொப்புளங்களுண்டாகும்.



இங்கால-துவி-பிராணை கனமானதென்று காட்டும் சோதனைகள்

படம் **155**

அக்கொப்புளங்களை இங்கால-துவி-பிராணை இருக்கும் தொட்டியிற் கவனமாக விடுவிக்க, அவை வாயுவின்மேல் மிதந்து நிற்கும்.

இங்கால-துவி-பிராணையைத் திரவமாக மாற்றலாம். அத்திரவத்தின் கொதிநிலை—79°ச. "ஆண்ட்ரூஸ்" செய்த சோதனை விவரங்களை 38-வது படத்திற் காண்க (பக்கம் 117).

அவ்வாயுவின் உஷ்ணநிலை 31·4°ச-க்கு மேலிருக்குமேயாகில், அமுக்கத்தை எவ்வளவு அதிகப்படுத்தினாலும் அது திரவமாகாதென்று கண்டறிந்ததன் பயனாகவே, அவதி உஷ்ணநிலை யென்பது ஒவ்வொரு வாயுவிற்கு முண்டென்றும், வாயு, அவ்வுஷ்ண நிலைக்குக் குறைவாயிருந்தால்தான், அதை அமுக்கித் திரவமாக்கலாமென்றுங் கண்டறிந்தார். கரியமில வாயுவின் அவதி உஷ்ணநிலை —31·4°ச; அவதி அமுக்கநிலை 73 வாயு-மண்டலங்கள்.

அமுக்க நிலையில் அடைபட்டிருக்கும் இங்கால-துவி-பிராணை கொண்ட, இரும்புக் குண்டைத் தலைகீழாகக் கவிழ்த்து, திருகடைப்பானைத் திறக்க, திரவம் (?) சிறிய துவாரத்தின் வழியாகப் பீரிட்டு வெளிவரும். அதை ஒரு "வெல்வெட்" துணியாற் செய்யப்பட்ட பையிலேந்த, திரவம் ஆவியாக மாறுவதிலேற்படுங் குளிர்ச்சியால், அத் திரவம் திட ஸ்திதிக்கு மாறி வெண்மையான பனிக்கட்டி போல் பைக்குள் வந்து சேரும். இதைத்தான் 'வறட்டுப் பனிக்கட்டி' (Dry Ice) என்று சொல்லுகிறார்கள். அந்த இங்கால-துவி-பிராணைக் கட்டியின் திண்மை 1·5. சாதாரண அமுக்க நிலையில் அதைக் காற்றுப்படவைக்க, அது உருகாமலேயே ஆவியாய்ப் பரிணமித்துவிடும். இங்கால-துவி-பிராணைக் கட்டியும் அஸெடோனும் (சாராயத்தையும் ஈதரையும் உபயோகிக்கலாம்) சேர்ந்த மிச்ரம், அதிகக் குளிர்ச்சியைக் கொடுக்கும். அவ்வுறைமிச்ரம்—110°ச குளிர்வுள்ளதாயிருக்கும். இரஸம் அக்குளிர்ச்சியில் இறுகித் திடப்பொருளாக மாறிவிடும். உறை-பாற்கட்டி (Ice cream) முதலியவைகளைப் பத்திரப்படுத்துவதற்கு 'வறட்டுப் பனிக்கட்டியை' உபயோகிக்கின்றனர். இங்கால-துவி-

பிராணைக் கட்டிகளை சிறு குச்சிகளாக அமுக்கித் திரட்டி அவைகளைச் சிரங்கு, கழலை முதலியவைகளைக் கரைத்து விட சிகிச்சாசாலைகளில் உபயோகிக்கின்றனர். [அது பட்டவிடமெல்லாம் தோல் மறத்துப்போக அங்குள்ள நுண்ணறைகள் (cells) யாவும் செத்துவிடும்.]

இங்கால-துவி-பிராணை தண்ணீரிற் கரையும். அமுக்கநிலை அதிகமானால் அதன் கரைமானமும் அதிகமாகும்; உஷ்ணநிலை அதிகமானால் கரைமானங் குறையும். 760 ஸ.மீ. அமுக்கநிலையில் 100 க.ச.மீ. தண்ணீரில் 0°ச-ல் 171·3 க.ச.மீ., 10°ச-ல் 119·4 க.ச.மீ., 15°ச-ல் 101·9 க.ச.மீ., 20°ச-ல் 87·8 க.ச.மீ., 30°ச-ல் 66·5 க.ச.மீ., 40°ச-ல் 53 க.ச.மீ., என்னும் அளவுகளில் அவ்வாயு கரையும்.

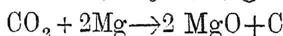
ஒரு பங்கு தண்ணீரில் 12·4°ச-ல் பல அமுக்க நிலைகளிலேற்படும் கரைமானத்தைக் கீழே காண்க.

(அமுக்குநிலை : வாயு மண்டலங்கள்)	1	5	10	20	30
கரைமானம்	1·086	5·15	9·65	17·11	23·25

உப்புச்சோடா முதலிய பானவகைகளில் கரியமிலவாயு 3 அல்லது 4 வாயுமண்டல அமுக்க நிலையிற் கரைந்திருக்கும். சீசாவிலுள்ள, குண்டைக் கீழே தட்டிவிட (அல்லது சீசாவின் கழுத்தில் இசைக்கப்பட்டிருக்கும் தகர மூடியை நெகிழ்த்தி எடுத்துவிட) சீசாவிலிருக்கும் விலயனம் பொங்கும்; கரியமிலவாயு வெளிப்படும். சாதாரண அமுக்க நிலையிற் கரையக்கூடிய அளவில் வாயு விலயனத்திலிருக்கும் வரையில், விலயனத்திலிருந்து வாயுக்குமிழிகள் கிளம்பிக்கொண்டே இருக்கும். விலயனத்தைக் கொதிக்கவிட்டு கரைந்திருக்கும் வாயு முழுவதையும் வெளியேற்றிவிடலாம்.

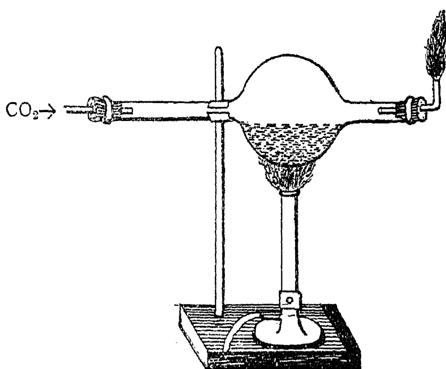
ரஸாயன குணங்கள் :—இங்கால-துவி-பிராணை ஒரு நிலையுள்ள பொருள். 1300°-க்குச் சூடு செய்தாலும்,

$2CO_2 \rightleftarrows 2CO + O_2$, என்ற சமீகரணங் காட்டும் வியோகம் 0·06% அளவிலேதான் ஏற்படும். அவ்வாயுவில் மின்பொறிகளை அனுப்பினால் வியோகம் அதிக அளவிலேற்படும். அது, தகன உதவி செய்யாத பொருளாயிருந்தும் அது இருக்கும் வாயு ஜாடியில் எரியும் மாக்னீஸிய-நாடாவைத் தணிக்க, அது அணையாமல் எரிந்து நின்று, மாக்னீஸிய-பிராணையாக மாறும்; கரித்துணுக்குகள் ஜாடியின் உட்பக்கத்தில் ஒட்டிநிற்கும்.



$$CO_2 + 2Mg \rightarrow 2\,MgO + C$$

ஸோடியமும் பொட்டாஸியமும் அவ்வாயுவுடன் அங்ஙனமே விகாரிக்கும். நாகம், அலுமீனியம் முதலியவை அதனுடன் விகாரிக்கும்பொழுது இங்கால-ஏக-பிராணையுண்டாகும். ஆகையால் அதிக தனமின்சார குணமுடைய

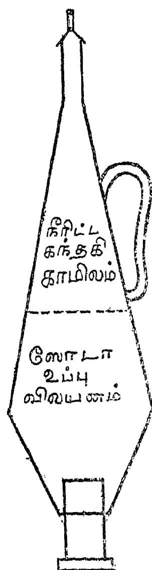


இங்கால-துவி-பிராணையைச் சூடான நாகத்தூளின்மேற் செலுத்த, இங்கால-ஏக-பிராணையுண்டாதல்

படம் 156

உலோகங்கள் அதைக் கரியாகவும், குறைந்த-தனமின்சார குணமுடைய உலோகங்கள் அதை இங்கால-ஏக-பிராணையாகவும் க்ஷயீகரிக்கும்.

கரியமிலவாயு ஒரு நல்ல தீயணைக்கும் பொருள். அது கனமான பொருளாகையால் எரிபொருளைச் சூழ்ந்து கொண்டு, அதனுடன் பிராணவாயு கலந்துகொள்ளாமலிருக்கச்செய்யும். ஒரு தட்டிற் சிறிதளவு பென்ஸீனை எடுத்துக் கொளுத்திவிட அது ஜ்வாலைமயமாகும். பெரிய போகணியிற் கரியமிலவாயுவைச் சேகரித்து அவ்வாயுவை ஜ்வாலைமேற் கொட்ட, அந்த ஜ்வாலை சட்டென்று அணைந்து



தீ-அணைப்பான்

படம் 157

விடும். கட்டிடங்களிற் பிடிக்குந் தீயையணைக்கப் படத்திற் காட்டிய "தீயணைப்பானை" உபயோகிக்கலாம். கூவிந்த வடிவுள்ள அவ்வெந்திரத்தினடியில் ஸோடாவுப்பு விலயன

மும் அதற்குமேல் ஒரு மெல்லிய தகடும், தகட்டிற்கு மேல் நீரிட்ட கந்தகிகாமிலமாவது, அல்லது ஸபோனின் (Saponin) என்று சொல்லக்கூடிய நுரையுண்டாக்கும் பொருள் சேர்ந்த சீனக்கார விலயனமாவது இருக்கும். கீழே இருக்கும் முனையை ஓங்கிக் கீழேதட்ட, அது இரண்டு விலயனங்களைப் பிரித்துவைத்திருந்த தகட்டை யுடைத்துவிடும்; விலயனங்கள் ஒன்று சேர்ந்து விகாரிக்க, கரியமிலவாயு அவ்வெந்திரத்தின் நுனிவழியாகப் பாயும். சீனக்காரமும் ஸோடா-உப்புஞ் சேர, அலுமீனிய-அப்ஜ-பிராணை அவபதிக்கும். ஸபோனின் நன்றாய் நுரைக்கச் செய்யும். வெளியேறுங் கரியமிலவாயுவுடன் நுரைத்த அலுமீனிய-அப்ஜ-பிராணையைக்கொண்ட திரவமுஞ் செல் லும். அங்கு வெளியேறுவதைத் தீயின் பக்கங் காட்ட, தீயணைந்துவிடும். கரியமிலவாயுவே தீயை அணைத்து விடலாம். தீ அதிகமாயிருக்க, அங்குள்ள உஷ்ணத்தாற் கரியமிலவாயு பருத்து இலேசாகி மேலே கிளம்பி உப யோகமற்றதாக ஆகலாம். நுரைத்த அலுமீனிய-அப்ஜ-பிராணைக் கொப்புளங்களிலகப்பட்ட கரியமிலவாயுவோ அங்ஙனம் மேலே சென்றுவிடாது. அக்கொப்புளங்க ளெல்லாம் தீ மண்டலத்திற்கு ஒரு போர்வையைச் சாத் தினதுபோல் தீயையமுக்கி அணைத்துவிடும். பெரிய தீ அணைப்பான்களில் கரியமிலவாயுவுண்டாகியதாலேற்படும் அமுக்கத்தால் வாயுவுடன் தண்ணீரும் பீரிட்டுத் தீயைத் தாக்கி அணைத்துவிடும்.

கரியமிலவாயு இயற்கையில் விஷச்சரக்கல்ல. ஆனால், அதிலகப்பட்ட பிராணிகள் பிராணவாயுவில்லாததால் திக்கு முக்கடைந்து இறக்கும். ஓரறையிலுள்ள காற்றில் கரியமில வாயு 5—6% இருக்குமேயானால் அவ்வறையிலுள்ள மனி தர்களின் நாடி படபடப்புடனும் விரைவாயும் அடிக்கும். 10% அளவில் அஃது இருக்குமேயாகில் மனிதர்கள் பெரு மூச்சு விட்டுத் திணற ஆரம்பித்துவிடுவார்கள். 25% அள வில் அஃதிருக்குமேயாகில், சில நாழிகைகளுக்குள்

அங்குள்ள மனிதர்கள் மாண்டுவிட நேரிடும். ஆகையால், அறைகளில் காற்ருேட்டமிருக்கும்படி செய்யவேண்டியது அத்யாவஸியமான காரியமென்று சொல்லவும்வேண்டுமோ?

சங்கலனம்:—எடைதெரிந்த கரித்துண்டை பிராணவாயுவிலெரித்து, அங்குண்டாகும் இங்கால-த்வி-பிராணையை எடைதெரிந்த பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்திற் கரையச்செய்து, பின்பு சோஷண-உபகரணத்தை (absorption apparatus) நிறுக்க, இங்கால-த்வி-பிராணையின் நிறை தெரியவரும்.

1 கி. சர்க்கரைக்கரி முற்றிலும் கரியமிலவாயுவாகப் பிராணீகரிக்கப்படுவதற்கு வேண்டிய பிராணவாயுவின் நிறை =2·6662 கி

1 கி. லேகலோஹம் ஸம்யோகிக்கும் பிராணவாயுவின் நிறை =2·6659 கி

1 கி. வைரம் ஸம்யோகிக்கும் பிராணவாயுவின் நிறை =2·6662 கி

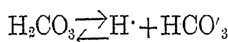
இவ்வெண்களிலிருந்து, 3·001 கி. இங்காலம் 8·00 கிராம் பிராணவாயுவுடன் ஸம்யோகிக்குமென்று வெளியாகிறது.

கந்தக-த்வி-பிராணையின் பருமசங்கலனத்தைக் காண உபயோகிக்கப்பட்ட (படம் 111) உபகரணத்தின் உதவிகொண்டு, கரித்துண்டைப் பிராணவாயுவில் எரியவிடவும். உபகரணத்தை நன்ருய்க் குளிரவிட்டுச் சோதிக்க, இரு புஜங்களிலுமுள்ள இரஸமட்டம், சோதனைக்கு முன்னிருந்த இடத்திலேயே இருக்கக் காண்போம். ஆகையால் அமுக்க நிலையில் மாறுதலேற்படவில்லையென்றும் பருமஅளவும் மாறவில்லையென்றுந் தெரியவரும். இங்கால-த்வி-பிராணையில் அதன் பருமஅளவுக்குச் சமமாகவே, பிராணவாயு இருக்கிறதென்று நிச்சயமாகிறது. ஆகையால் அவோகாட்ரோ நியாயத்தின்படி, ஓரணு இங்கால-த்வி-பிராணையில் ஓரணு பிராணவாயுவிருக்கிறது.

ஆகையால் வாயுவின் சங்கேதம் C_xO_2 ஆக இருக்கவேண்டும். வாயுவின் அணுபாரம் 44 என்பது சோதனைகளிலிருந்து வெளியாகிறது. அவ்வணுபாரத்திலிருந்து ஓரணு பிராணவாயுவின் நிறையைக் கழிக்க (44—32) இங்காலத்தின் நிறை 12 என்று வெளியாகிறது. இங்காலம் சதுர்-ஸம்யோக-சாமர்த்தியமுள்ளது. அதன் சமான எடை 3·001. ஆகையால் அதன் பரமாணுபாரம் 3·001×4=12·004. ஓரணு இங்கால-துவி-பிராணையிலிருக்கும் இங்காலத்தின் நிறை 12 ஆக இருப்பதால், ஓரணுவில் ஒரு பரமாணு இங்காலமே இருக்கவேண்டும். ஆகையால் இங்கால-துவி-பிராணையின் சங்கேதம் CO_2.

இங்காலிகாமிலமும் இங்காலிகஜங்களும்
(Carbonic Acid and Carbonates)

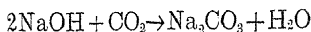
இங்கால-துவி-பிராணை தண்ணீரிற் கரைந்த விலயனம் சற்றுப் புளிப்புள்ளதாகவிருக்கும். அது லிட்மஸ் தாளைச் சிவப்பாக மாற்றும். ஆகையால் அவ்விலயனத்தில் அமிலமிருக்கிறதென்று வெளியாகிறது. இங்காலிகாமிலத்தைச் சுத்தமான நிலையில் இதுவரை எவருந் தயாரித்ததில்லை. ஏனென்றால், அது ஒரு நிலையற்ற பொருள். அவ்விலயனத்தைச் சூடு செய்ய, இங்கால-துவி-பிராணை முற்றிலும் வெளியேறி விலகிவிடும். அவ்விலயனத்தில் நனைத்த லிட்மஸ் தாளை உலரவிட, சிவப்பு நிறம் மாறி பழையநிறந் திரும்பிவிடும். அவ்வமிலத்திற்குரிய உப்புக்களினின்று அதன் சங்கேதம் H_2CO_3 ஆக இருக்கவேண்டுமென்று அனுமானித்துக்கொள்கிறோம். அது ஒரு பலமற்ற அமிலம். தண்ணீரில் அது கீழே குறித்த சமீகரணங்காட்டும் விகிதத்தில் மின்னணுக்களாக மாறும்



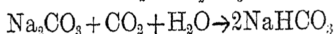
$$H_2CO_3 \rightleftarrows H^{\cdot} + HCO'_3$$

இரண்டாவது மின்னணு விபாகம் $HCO'_3 \rightleftarrows H^{\cdot} + CO''_3$. வெகு அற்ப அளவிலேதான் நடக்கும். அவ்விபாகம் ஏற்படவில்லையென்று கூடச் சொல்லிவிடலாம்.

இங்காலிகாமிலம் துவி-க்ஷாரத்வமுள்ள அமிலம். அது இங்காலிகஜங்கள் (Carbonates), அப்ஜனக-இங்காலிகஜங்கள் (Bicarbonates) என்ற இருவகை உப்புக்களைக் கொடுக்கும். ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்தில் இங்கால-துவி-பிராணையைச் செலுத்த, முதலில் யதார்த்த உப்பு Na_2CO_3 உண்டாகும். வாயுவை இன்னும் அதிகமாகச் செலுத்த அமிலவுப்பு $NaHCO_3$ உண்டாகும்.

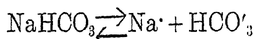


$$2NaOH + CO_2 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$$



$$Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow 2NaHCO_3$$

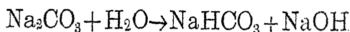
ஸோடிய-அப்ஜனக-இங்காலிகஜம் தண்ணீரிற் கரைந்து



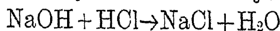
$$NaHCO_3 \rightleftarrows Na^{\cdot} + HCO'_3$$

என்ற விகிதத்தில் மின்னணுக்களாகப் பிரியும். HCO'_3 மின்னணு $H^{\cdot} + CO''_3$ ஆகப் பிரியாததால் விலயனம் (பல ஸூசகிகளைப் பொறுத்தமட்டில்) நடுநிலை பொருந்தியதாகத் தோன்றும்.

"காரமழித்தல்" என்னும் அத்தியாயத்தில் ஸோடிய-இங்காலிகஜ விலயனத்தை அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலங்கொண்டு பீனொல்ப்தாலீனை ஸூசகியாக உபயோகப்படுத்தி அளவிடுஞ் சமயத்தில் ஓரணு உப்புடன் ஓரணு அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலமே விகாரிப்பதுபோல் தெரியவருகிறதென்று குறித்திருக்கிறோம் (பக்கம் 518).



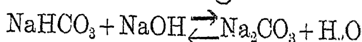
$$Na_2CO_3 + H_2O \rightarrow NaHCO_3 + NaOH$$



$$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$$

அச்சோதனையும் HCO'_3 மின்னணுவுண்டாகிறதென்று அறிவிக்கிறது. (மிதில-பிங்களத்தை ஸூசகியாக உபயோகிக்க என்ன நேரிடும்?)

ஸோடிய-அப்ஜனக-இங்காலிகஜத்துடன், சமான எடை விகிதத்தில் ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையைச் சேர்க்க, ஸோடிய-இங்காலிகஜம் உண்டாகும்.

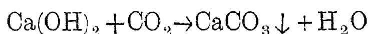


$$NaHCO_3 + NaOH \rightleftarrows Na_2CO_3 + H_2O$$

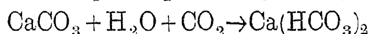
ஸோடிய-இங்காலிகஜம் தண்ணீரிற் கரைக்கப்பட நீர்வியோகம் ஏற்படுமென்றும் அவ்விலயனம் க்ஷாரகுண முள்ளதாயிருக்குமென்றும் முன்பு குறித்திருக்கிறோம்.

ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணே விலயனம் இங்கால-துவி-பிராணேயை எளிதிற் கரைத்துக்கொள்ளும். பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணே விலயனம் இன்னும் அதிக வீரியத்துடன் அவ்வாயுவை உறிஞ்சிக்கொள்ளும். ஏனென்றால் பொட்டாஸிய-அப்ஜனக-இங்காலிகஜம் ($KHCO_3$) ஸோடிய அப்ஜனக-இங்காலிகஜத்தைவிட ($NaHCO_3$) அதிக அளவிற் கரையக்கூடியது. ஆனதுபற்றியே வாயு-விச்லேஷண முறைகளில் இங்கால-துவி-பிராணேயை அளக்க, பொட்டாஸிய க்ஷார விலயனம் உபயோகிக்கப்படுகிறது.

இங்காலிகாமிலம் நிலையற்றதாயிருந்தாலும், அதன் அமிலஜங்கள் நிலையுள்ளவை. சுண்ணும்புத்தண்ணீரில் இங்கால-துவி-பிராணேயைச் செலுத்த, முதலில் விலயனம் பால்போல் வெளுக்கும். கால்ஸிய-இங்காலிகஜம் ($CaCO_3$) அவபதிக்கும். வாயுவை இன்னுஞ் செலுத்த, அவபதிதங் கரைந்து தெளிவான விலயனம் உண்டாகும். அத்தோற்றம் கால்ஸிய-அப்ஜனக-இங்காலிகஜம் உண்டாவதாலேற்படுவது.



$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O$$



$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

அத் தெளிவான விலயனத்தைக் கொதிக்க விட இங்கால-துவி-பிராணே வெளியேறிவிடும்; கால்ஸிய-இங்காலிகஜம் அவபதிக்கும். ஆகையால் கால்ஸிய, மாக்னீஸிய இங்காலிகஜங்கள் கரியமிலவாயு கரைந்த விலயனங்களிற் கரைந்து நிற்கும். அங்ஙனம் அவை கரைந்திருக்குந் தண்ணீர் தாற்காலிக கடினத்துவமுள்ளதாக விருக்கும்.

க்ஷார-உலோக-இங்காலிகஜங்களேத்தவிர மற்ற எல்லா இங்காலிகஜங்களும் தண்ணீரிற் கரையமாட்டா. க்ஷார-இங்காலிகஜங்களின் விலயனம் க்ஷார குணம்

பொருந்தியதாகையால் அமில-க்ஷார நிர்ணயங்களில் அவ்வுப்புக்கள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன.

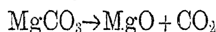
க்ஷார-உலோக-அப்ஜனக-இங்காலிகஜங்கள் (Bicarbonates of alkali metals) திட ஸ்திதியிலுள்ளவை. க்ஷார-உலோக-இங்காலிகஜங்களைவிட அவைகளுக்கேற்ற அப்ஜனக இங்காலிகஜங்களின் கரைமானம் குறைவுபட்டதே. சில உலோக இங்காலிகஜங்கள் கரையாதவையாயிருந்தும் அவைகளின் அப்ஜனக-இங்காலிகஜங்கள் கரையக்கூடியவை. ஆனால் அவ்வுப்புக்கள் விலயனத்தில்தான் நிலையுள்ளவை. (உ-ம்.) கால்ஸிய, ஸ்ட்ரான்ஷிய, பேரிய, மாக்னீஸிய, அயச, அப்ஜனக-இங்காலிகஜங்கள். யதார்த்த இங்காலிகஜங்களைத் தண்ணீரிற் போட்டு, இங்கால-த்விப்ராணையைச் செலுத்த, இங்காலிகஜங்கள் கரைந்து, அப்ஜனக-இங்காலிகஜங்களாக மாறும். அவ்விலயனங்களைக் கொதிக்கவிட, கரியமிலவாயு வெளியேறும்; உரிய இங்காலிகஜங்கள் அவபதிக்கும். அப்ஜனக-இங்காலிகஜங்கள் அமில-இங்காலிகஜங்களாயிருந்தும், அவற்றின் விலயனங்கள் அமில குணத்தைக் காட்டமாட்டா. மாக்னீஸிய-கந்தகிகஜ விலயனத்தை ஒரு சோதனைக் குழாயிலெடுத்து அதனுடன் ஸோடிய-இங்காலிகஜ விலயனத்தைச் சேர்க்க, உடனே வெளுத்த அவபதிதம் உண்டாகும். மாக்னீஸிய உப்பு விலயனத்துடன் ஸோடிய-அப்ஜனக-இங்காலிகஜ விலயனத்தைச் சேர்க்க, அவபதிதமுண்டாகாது. அவ்விலயனத்தைக் கொதிக்கவிட அவபதிதமுண்டாகும். அதேவிதமாக, இங்காலிகஜ விலயனத்துடன் இரசிக-ஹரிதகை விலயனத்தைச் சேர்க்க அவபதிதம் உடனே தோன்றும்; அப்ஜனக-இங்காலிகஜ விலயனத்துடனேயென்றால் சாதாரண உஷ்ண நிலையில் அவபதிதம் ஏற்படாது; சூடு செய்தால் அவபதிதம் தோன்றும்.

க்ஷார-உலோக-இங்காலிகஜங்களும் பேரிய-இங்காலிகஜமும் சாதாரணமாய்ச் சூடு செய்யப்பட, விபாகிப்ப

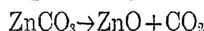
தில்லை. மற்ற இங்காலிகஜங்களைச் சூடு செய்ய, உரிய உலோகப் பிராணைகளாகவும் இங்கால-துவி-பிராணையாக வும் விபாகிக்கும்.



$$CuCO_3 \rightarrow CuO + CO_2$$



$$MgCO_3 \rightarrow MgO + CO_2$$



$$ZnCO_3 \rightarrow ZnO + CO_2$$

அப்ஜனக-இங்காலிகஜங்களைச் சூடு செய்ய, இங்கால-துவி-பிராணை வெளியேறும்; யதார்த்த இங்காலிகஜம் மீதி நிற்கும்.



$$2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

அப்ஜனக-இங்காலிகஜ விலயனங்களைச் சூடு செய்தா லும் மேற்கண்ட விபாகமேற்படும்.

இங்காலிகஜங்களும் அப்ஜனக-இங்காலிகஜங்களும் நீரிட்ட அமிலங்களுடன் விகாரிக்க நுரைக்கும்; கரியமில வாயு வெளியேறும். கண்ணாடிக்கோலின் நுனியில் சுண் ணாம்புத் தண்ணீரில் (பேரிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனம் இன்னும் மேலானது) ஒரு சொட்டு எடுத்து வெளியேறும் வாயுவில் காட்ட, அது பால்போல் வெளுக்கும்.

இங்காலிகஜத்தை அளவிடுதல்

(1) இங்காலிகஜத்தை நிறுத்து, அதை அமிலத் துடன் விகாரிக்கச்செய்து, வெளிவரும் இங்கால-துவி-பிராணையை எடை தெரிந்த பொட்டாஸிய-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்திற் செலுத்தி, சோஷண-உபகரணத்தின் எடை கூடுதலையறிந்து, அதிலிருந்து எடுத்துக்கொண்ட இங்காலி கஜத்திலுள்ள இங்கால-துவி-பிராணையைக் கணக்கிடலாம்.

(2) விபாகிக்கக்கூடிய இங்காலிகஜத்தைத் தெரிந்த நிறையில் ஒரு எடை கட்டிய மூசையில் எடுத்துச் சூடு செய்ய, இங்கால-துவி-பிராணை வெளியேறும்; உலோகப் பிராணை மீதி நிற்கும். உலோகப் பிராணையின் நிறைக்கும்

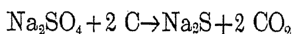
இங்காலிகஜத்தின் நிறைக்குமுள்ள வித்தியாசம், வெளியேறிய இங்கால-துவி-பிராணையின் நிறையைக் குறிக்கும்.

(3) காரமழித்தல் முறையாலும் இங்காலிகஜத்தை அளவிடலாம்.

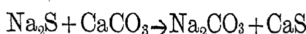
ஸோடிய-இங்காலிகஜம் அல்லது ஸோடா உப்பு

ஸோடா உப்பை "லெப்ளாங்க்" (Le Blanc) முறையாலும், ஸால்வே முறையாலும் (Solvay's Process) தயாரிக்கிறார்கள். அம்முறைகளைப்பற்றி விஸ்தாரமாக ஸோடியத்தினடியிற் கூறுவோம். சுருக்கமாக இங்கு இம்முறைகளைப்பற்றிக் குறிப்போம்.

லெப்ளாங்க் முறை:—ஸோடிய-ஹரிதகையை (சாதாரண உப்பு) சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் சூடு செய்ய, ஸோடிய-கந்தகிகஜமுண்டாகும். அதைச் சுண்ணும்புக் கல்லுடனும் நிலக்கரியுடனுஞ் சேர்த்து எதிர்-உஷ்ண-உலையிற் சூடுசெய்ய, கறுப்பு நிறமுள்ள பொருளுண்டாகும்.



$$Na_2SO_4+2\ C \rightarrow Na_2S+2\ CO_2$$



$$Na_2S+CaCO_3 \rightarrow Na_2CO_3+CaS$$

விகாரத்திலுண்டாகும் பொருளுக்கு "கருஞ்சாம்பல்" (Black ash) என்று பெயர். அதைப் பலதடவை சுடு தண்ணீர்கொண்டு கழுவி, விலயனத்தை வற்றக் காய்ச்சி, ஸ்படிகீகரணஞ்செய்து ஸோடா உப்பைத் தயாரிக்கிறார்கள்.

ஸால்வே முறை:—சுண்டின சாதாரண உப்பு விலயனத்தில் அமோனியாவைப் பூரணமாகக் கரைத்து, பின்பு அவ்விலயனத்திற் கரியமிலவாயுவைச் செலுத்த, ஸோடிய-அப்ஜனக-இங்காலிகஜமுண்டாகி அவபதிக்கும். அவ்வுப்பைச் சூடு செய்து, யதார்த்த இங்காலிகஜத்தைத் தயாரிக்கலாம்.

மின்வியோக முறை :—உப்பு விலயனத்தை மின்சார வியோகத்திற்குள்ளாக்க ஹரிதகமும் ஸோடிய-அப்ஜ-பிராணையுமுண்டாகும். சாராயந் தயாரிக்குஞ் சாலைகளில் உபவிளைவாக உண்டாகும் கரியமிலவாயுவை மேற்கண்ட க்ஷார விலயனத்திற்செலுத்த, ஸோடா உப்பு உண்டாகும்.

ஸோடா உப்பு பத்து அணு நீருடன் ஸ்படிகீகரிக்கும். அதன் சங்கேதம் $Na_2CO_3 10H_2O$. பொட்டாஸிய-இங்காலிகஜ ஸ்படிகங்களில் ஸ்படிகநீர் கிடையாது. ஸோடா உப்பு ஸ்படிகங்களைக் காற்றுப்பட வைக்க, அவை நீரை வெளிவிட்டுப் பூத்துப்போகும். பொட்டாஸிய-இங்காலிகஜம் நீரையிழுத்துக் கசியுந்தன்மையுடையது. அப்ஜனக-இங்காலிகஜங்களின் ஸ்படிகங்களில் ஸ்படிகநீர் கிடையாது.

20°ச-ல் 100 க.ச.மீ. தண்ணீரில் க்ஷார இங்காலிகஜங்கள், அப்ஜனக-இங்காலிகஜங்கள் என்பவற்றின் கரைமானங்கள் கிராம் அளவில் கீழே காட்டப்பட்டிருக்கின்றன.

	லிதிய	ஸோடிய	பொட்டாஸிய
இங்காலிகஜம் R_2CO_3	1·33	21·4	112·0
அப்ஜனக-இங்காலிகஜம் $RHCO_3$	5·5	9·84	26·9

ஸோடிய-இங்காலிகஜமும் பொட்டாஸிய-இங்காலிகஜமுஞ் சேர்ந்த கலவைக்கு "உருக்கு மிச்ரம்" (Fusion-mixture) என்று பெயர். அது சுமாராக 690°ச-ல் உருகும். (ஸோடிய-இங்காலிகஜத்தின் உருகுநிலை 850°ச; பொட்டாஸிய-இங்காலிகஜத்தின் உருகுநிலை 880°ச).

க்ஷார-இங்காலிகஜங்களைத் தவிர மற்றவை கரையாதவை என்று முன்பே குறிப்பிட்டோம். 100 க.ச.மீ. தண்ணீரில் க்ஷார-மண்-இங்காலிகஜங்களின் கரைமானத்தைக் கீழே காண்க.

கால்ஸிய-இங்காலிகஜம்	0·10 கி.
ஸ்ட்ரான்ஷிய ,,	0·008 கி.
பேரிய ,,	0·0016 கி.

மாக்னீஸிய-இங்காலிகஜம் அதிகத் தண்ணீருடன் சம்பந்தப்படின், நீர்வியோகமடைந்து க்ஷார-இங்காலிகஜத்தைக் கொடுக்கும். மாக்னீஸிய-கந்தகிகஜ விலயனத்துடன் ஸோடிய-இங்காலிகஜ விலயனத்தைச் சேர்க்க, மாக்னீஸிய-க்ஷார-இங்காலிகஜம் அவபதிக்கும். அவ்வவபதிதத்தின் சங்கலனம், விகார உஷ்ண நிலையையும் பிரதிகாரகங்களின் அளவையும் பொறுத்திருக்கும். குளிர்ந்த வீரியங் குறைந்த பிரதிகாரக விலயனங்களை யுபயோகிக்க, "இலேசான மாக்னீஸிய இங்காலிகஜமும்" (magnesii carbonas levis), சூடான வீரிய விலயனங்களை யுபயோகிக்க, "கன-மாக்னீஸிய-இங்காலிகஜமும் (magnesii carbonas ponderosa) உண்டாகும். அவ்விரண்டிற்கும் "மாக்னீஸியா அல்பா" (magnesia alba) என்று ஆங்கிலத்தில் பெயர். $3MgCO_3,Mg(OH)_2$ என்ற சங்கேதம் அவைகளின் சங்கேதத்தைச் சுமாராகக் காட்டுகிறது.

நாக, இரஸ, ஸீஸ, தாமிர, இங்காலிகஜங்களும் நீர்வியோகமடைந்து, க்ஷார-இங்காலிகஜங்களாக மாறும். அய, அலுமீனிய இங்காலிகஜங்கள் முற்றிலும் நீர்வியோகமடைந்து, உரிய அப்ஜ-பிராணிகளாக மாறிவிடும்.

ஸீஸ-பாக்கியமிகஜ விலயனத்துடன் ஸோடிய-அப்ஜனக-இங்காலிகஜத்தைச் சேர்க்க, ஸீஸ-இங்காலிகஜம் $(PbCO_3)$ உண்டாகி அவபதிக்கும்; ஆனால் ஸோடிய-இங்காலிகஜ விலயனத்தை உபயோகிக்க, ஸீஸ-க்ஷார-இங்காலிகஜமே அவபதிக்கும்.

ஸீஸ-க்ஷார-இங்காலிகஜங்களில் முக்கியமானது "ஈயவெள்ளை" (White-lead). அதை ஒரு பூச்சுச் சாந்தாகவும் மண்பாண்டங்களுக்கு மெருகு கொடுப்பதற்காகவும் உபயோகிக்கிறார்கள். அதைத் தயாரிக்கும் முறைகளைப் பின்னால் ஸீஸத்தினடியில் விவரிப்போம்.

இங்காலிகஜங்கள் நீர்வியோகமடையும் அளவை, உப்புக்களின் விலயனங்களுடன் ஸோடிய-இங்காலிகஜ விலயனத்தைச் சேர்த்துக்காட்டலாம்.

(1) கால்ஸிய-ஹரிதகையுடன் ஸோடிய-இங்காலிகஜம் விகாரிக்க, யதார்த்த கால்ஸிய-இங்காலிகஜ அவபதிதமே ($CaCO_3$) உண்டாகும்.

(2) மாக்னீஸிய-கந்தகிகஜத்துடன் ஸோடிய-இங்காலிகஜம் விகாரிக்க, மாக்னீஸிய-க்ஷார-இங்காலிகஜ அவபதிதமே $3MgCO_3Mg(OH)_2$ உண்டாகும்.

(3) இரச-பாக்கியமிகஜத்துடன் ஸோடிய இங்காலிகஜம் விகாரிக்க, முதலில் வெண்மையான இரச-இங்காலிகஜம் (Hg_2CO_3) உண்டாகும். உடனே அவபதிதங் கறுக்கும். அதைத் தண்ணீர்கொண்டு கழுவ, பச்சைக் கறுப்பு நிறமுடைய இரச-பிராணை Hg_2O தங்கிநிற்கும்.

(4) வங்கச-ஹரிதகையுடன் ஸோடிய-இங்காலிகஜம் விகாரிக்க, வங்கச-அப்ஜ-பிராணை அவபதிதமே [$Sn(OH_2)$] உண்டாகும். இங்கு நீர்வியோகம் முற்றிலும் ஏற்பட்டு விடுகிறது.

(5) பாஷாண-ஹரிதகையுடன் ஸோடிய-இங்காலிகஜம் விகாரிக்க, அவபதிதமேற்படுவதில்லை. அங்கு ஸோடிய-பாஷாணசஜம் உண்டாகிவிடும்.

ஆகையால் உலோகப் பிராணையின் க்ஷார விலயனத்திற்கேற்றவாறே நீர்வியோகம் நடக்குமென்று தோன்றுகிறது. உலோகத்வங் குறையக் குறைய நீர்வியோகம் அதிகரித்துக்கொண்டே போகும். உலோகப்பிராணையின் க்ஷாரபலங் குறைந்திருக்க, அந்த உலோக இங்காலிகஜத்தின் நிலையுங் குறைவுபடும். எப்பிராணைகள் இங்கால-துவி-பிராணையுடன் ஸம்யோகித்து இங்காலிகஜங்களைக் கொடுக்காவோ அப்பிராணைகளெல்லாம் அமில குணம் பொருந்தியவையாயிருக்கும். அமிலத்வமதிகமாயிருக்குமே

யாகில், அத்தனிப்பொருளிருக்கும் உப்பு விலயனங்களு டன் ஸோடிய-இங்காலிகஜம் விகாரிக்க, தனிப்பொருளின் அப்ஜ-பிராணை வெளித்தோன்றுது. அவ்வுப்பு ஸோடிய-இங்காலிகஜத்துடன் விகாரித்து இங்கால-துவி-பிராணையை விலக்கி, ஸோடிய-அமிலஜமாக மாறிவிடும்.

ஸோடிய-அப்ஜனக-இங்காலிகஜ விலயனத்தை, காலஸிய-ஹரிதகை விலயனத்துடனும், மாக்னீஸிய-கந்தகிகஜ விலயனத்துடனுஞ் சேர்க்க, அவபதிதமுண்டாவதில்லை; அதை இரச-பாக்கியமிகஜ விலயனத்துடன் சேர்க்க, வெளுத்த மஞ்சள்நிறமுள்ள இரச-இங்காலிகஜம் Hg_2CO_3 அவபதிக்கும். அவ்வவபதிதம், அப்ஜனக-இங்காலிகஜ விலயனத்தைத் தொட்டுநிற்கும்வரை யாதொரு மாறுபாட்டையும் அடைவதில்லை. ஆனால் அதை வடிகட்டித் தண்ணீர்விட்டுக் கழுவ அது முன்போல இரச-பிராணையாக Hg_2O மாறிவிடும்.

அதிகத்தனமின்சார குணமுடைய (உலோகத்வமுள்ள) உலோகத்திலிருந்து ஆரம்பித்துக் குறைந்த-தனமின்சாரகுணமுடைய உலோகத்திற்கு வர அவைகளுக்குரிய இங்காலிகஜங்களின் நிலையாயிருக்குந் தன்மை அடியிற் குறிப்பிட்டவாறு குறைந்துகொண்டே வரும்.

(1) திடஸ்திதியிலுள்ள அப்ஜனக-இங்காலிகஜங்களும் யதார்த்த இங்காலிகஜங்களும் (க்ஷார-உலோகங்கள்)

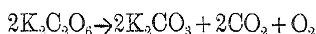
(2) விலயனங்களில் நிலையுள்ளனவாயிருக்கும் அப்ஜனக-இங்காலிகஜங்களும் திடஸ்திதியிலுள்ள இங்காலிகஜங்களும் (க்ஷார-மண்-உலோகங்கள்)

(3) திடஸ்திதியிலுள்ள இங்காலிகஜங்கள். இவை எளிதில் க்ஷார-இங்காலிகஜங்களாக மாறுங் குணமுடையவை. (Pb, Zn, Mg முதலியவை)

(4) க்ஷார-இங்காலிகஜங்கள் (தாமிரம்)

(5) இங்காலிகஜங்களைக் கொடுக்காதவை.

பர-இங்காலிகஜங்கள் (Per-Carbonates) :—பூரித-பொட்டாஸிய-இங்காலிகஜ விலயனத்தைக் குறைந்த உஷ்ண நிலையில் மின்விபாகத்திற்குள்ளாக்க, பொட்டாஸிய-பர-இங்காலிகஜம் $K_2C_2O_6$ நீலநிற ஸ்படிகங்களாக உண்டாகி வெளித்தோன்றும். அது தண்ணீரிற் கரையும். அது ஒரு வீரிய வர்த்தனி. பர-இங்காலிகஜங்கள் யாவும் நிலைபற்றவை. சூடு செய்யப்பட இங்காலிகஜங்களாகவும், இங்கால-துவி-பிராணையாகவும் பிராண வாயுவாகவும் விபாகிக்கும்.



$$2K_2C_2O_6 \rightarrow 2K_2CO_3 + 2CO_2 + O_2$$

கடினஜலமும், மிருதுஜலமும் (Hard and Soft Waters)[1]

பாறை மண் முதலியவைகளைத் தொட்டுநிற்கும் பொழுது, கரியமிலவாயு கரைந்த தண்ணீர், மாக்னீஸியப் பொருள்களையும், சுண்ணாம்பு சம்பந்தமுள்ள பொருள்களையுங் கரைத்துவிடும். கால்ஸிய, மாக்னீஸிய உப்புக்கள் கரைந்திருக்குந் தண்ணீருக்கு "கடின-ஜலம்" அல்லது "வன்தண்ணீர்" என்று பெயர். அத்தண்ணீருடன் சவர்க்காரம் நன்றாய் நுரைக்காது. சவர்க்காரமென்பது ஒரு சேதனாமிலத்திலிருந்துண்டாகிய ஸோடிய-உப்பு. அவ்வுப்பு, தண்ணீரிற் கரையின் நீர்வியோகமடையும். விகாரத்திலுண்டாகும் அமிலம் கால்ஸியத்துடனும் மாக்னீஸியத்துடனுஞ் சேர்ந்து கரையாத தயிர்க்கட்டி போன்ற அவபதிதமாக மாறும். கால்ஸியமும் மாக்னீஸியமும் முற்றிலும் (கரையாத உப்புக்களாக மாறி) விலக்கப்படும்வரையில், அவ்விகாரம் நடக்கும். பின்பு, தண்ணீர் சவர்க்காரத்துடன் எளிதில் நுரையைக் கொடுக்கும்.

கடின ஜலத்தின் கடினத்துவத்தைப் பின்வருமாறு அளவிடலாம் ;—கடின ஜலத்தைத் தெரிந்த ஓரளவில்

[1] 184-ம் பக்கத்தையும் பார்க்க.

எடுத்துக்கொண்டு அதனோடு திட்ட சவர்க்கார விலயனத்தைப் பூரட்டிலிருந்து சிறிது சிறிதாகக் கவனத்துடன் சேர்த்துக் குலுக்கிக்கொண்டே போகவும். அப்பொழுது, அவ்விலயனத்திற் கடினத்வம் இருக்கும்வரை, நுரை உண்டாகாமல் ஓரவபதிதமே விளைந்துகொண்டிருக்கும். கடினத்வம் நீங்கிய கணமே, நுரையுண்டாகும். இதுவே விகாரத்தின் முடிவைக் காண்பிப்பது. உடனே சவர்க்காரத்தண்ணீர் விழுவதை நிறுத்திவிடவேண்டும். சேர்க்கப்பட்டிருக்குஞ் சவர்க்காரத் தண்ணீரினளவைப் பூரட்டிலிருந்து அறியலாம்.

"ஒரு காலன் தண்ணீரில் ஒரு கிரெயின் கால்ஸிய-இங்காலிகஜமாவது அதற்குச் சமான நிறையுள்ள மற்ற கால்ஸிய, அல்லது மாக்னீஸிய உப்பாவது கரைந்திருக்க அத்தண்ணீரை ஒரு கடினத்வாம்சம் (One degree of hardness) பொருந்திய தண்ணீர்" என்று சொல்வோம்.

தண்ணீர் சவர்க்காரத்துடன் இலகுவாக நுரைக்குமேயாகில் அதை மிருது ஜலம் அல்லது மென் தண்ணீர் (Soft water) என்று சொல்வோம். அதில் கால்ஸிய, மாக்னீஸிய உப்புக்கள் கரைந்திருக்கமாட்டா. கரைந்திருந்தாலும், சொற்ப அளவில்தான் கரைந்திருக்கும். 5 கடினத்வாம்சத்திற்குக் குறைந்த தண்ணீரை "மிருது ஜலம்" என்றே சொல்வோம். கடினத்வம் 18-லிருந்து 20 அம்சங்கள் வரையிருக்க அதை நடுத்தரக் கடின ஜலமென்போம். கடினத்வம் 30 அம்சங்களுக்கு மேற் போகுமாகில் அத்தண்ணீரை "அதி-கடின-ஜலம்" என்போம். மிக மிருது ஜலமானது ஸீஸம், நாகம், இரும்பு முதலிய உலோகங்களை எளிதில் தாக்குஞ் சக்தியுடையது.

கடினத்வம் இருவகைப்படும் என்பது நமக்குத் தெரியும். (1) சாசுவத-கடினத்வம், (2) தாற்காலிக-கடினத்வம் அல்லது போக்குக் கடினத்வம். தாற்காலிக-கடினத்வம், தண்ணீரில் அப்ஜனக-இங்காலிகஜங்கள்

கரைந்துநிற்பதாலேற்படுவது. கால்ஸிய - ஹரிதகை, கால்ஸிய - கந்தகிகஜம், மாக்னீஸிய-ஹரிதகை, மாக்னீஸிய-கந்தகிகஜம் என்பவை தண்ணீரிற் கரைந்து நின்று அத்தண்ணீருக்குச் சாசுவத கடினத்வத்தைக் கொடுக்கும். அசுத்தஞ் செய்யப்படாத மேற்பரப்பு ஜலத்தில் 10% திடப்பொருள்கள் கரைந்திருக்கலாம். அதன் கடினத்வம் சராசரியாய்ப் பார்க்க, ஆறு அம்சங்களாகவிருக்கும். ஆழமான கிணற்றுத் தண்ணீர் 25 கடினத்வாம்சம் பொருந்தியதாயிருக்கலாம். அதில் 44% கரைபட்ட திடப்பொருள் காணப்படலாம். ஊற்றுத் தண்ணீர் சில சமயங்களில் 19% கடினத்வாம்சம் பொருந்தியதாயிருக்கும். அதில் 28% கரைபட்ட திடப்பொருள்களிருக்கலாம்.

"கடினஜலம்" குளிப்பதற்குப் பிரயோசனப்படாது. ஏனென்றால், அத்தண்ணீருடன் சவர்க்காரம் நுரைக்காது. மேலும் அத்தண்ணீரிற் குளித்தால், பிறகு தேகத்தில் ஒருவிதமான கசகசப்புண்டாகும். சாயமிடுதல், தொழிற்சாலை வேலைகள் முதலியவற்றிற்கு கடின ஜலம் பிரயோசனப்படாது. "கெட்டில்" என்று நாம் வழங்கி வருகிற பீங்கான் பூசப்பட்ட இரும்புக் கிண்டிகளில் கிணற்றுத் தண்ணீரையாவது, கடின ஜலத்தையாவது கொதிக்கவிட்டுக்கொண்டே வர, அதனடியில் வெளுத்த மஞ்சள் நிறமுள்ள பொருக்கு ஏற்படும். தண்ணீரைக் கொதிக்கவிடும் உபகரணங்களிலும் அவ்விதமான "கொப்பரைக் கிட்டம்" (Boiler crust) என்னும் செதில்களைக் காணலாம். கால்ஸிய, மாக்னீஸிய உப்புகளின் அவபதிதம் ஏற்பட்டு அது படிந்து நிற்பதாலேயே அக்கிட்டம் உண்டாகிறது. அக்கிட்டம் பலமற்ற உஷ்ணவாஹி. ஆகையால், கொப்பரையில் வன்மை குறைவுபடும். அதாவது அது தண்ணீரை ஆவியாக்க முன்போல் அவ்வளவு பயன்படாது. மேலும் கிட்டத்தில் விரிவுகளேற்பட, அவ்விரிவுகளில் கொப்பரையிலுள்ள தண்ணீர் பாய்ந்து அதிகச் சூடாயிருக்குந் தகட்டைத் தொட்டவுடன், நீராவி

திடீரென்று அதிக அளவில் உண்டாகி உள்ளிருக்கும் அமுக்கநிலையை அதிகப்படுத்திக் கொப்பரையையே வெடித்துச் சிதறச் செய்யும். அவ்வெடிப்புகளால் பல தீங்குகளும் உயிர்ச் சேதங்களும் நேரிட்டிருக்கின்றன. ஆகையால், தண்ணீரிலுள்ள கடினத்வத்தைப் போக்கியே அதைக் கொப்பரைகளிலுபயோகிக்கவேண்டும்.

அப்ஜனக-இங்காலிகஜங்கள் கரைந்திருப்பதால்தான் தாற்காலிக-கடினத்வம் ஏற்படுகிறதென்று சொன்னோமல்லவா? அக்கடினத்வத்தைப் பின்வரும் முறைகளால் நீக்கலாகும்.

(1) தாற்காலிக கடினத்வமுள்ள தண்ணீரைக் கொதிக்கவிட, கரியமில வாயு வெளியேறும்; யதார்த்த-இங்காலிகஜங்கள் பிரிந்து மிதக்கும். குளிர்ந்த நிலையிலுந் தண்ணீருடன் சவர்க்காரம் நுரைக்காமலிருந்தும் அத்தண்ணீரைச் சூடு செய்து வெந்நீராக உபயோகப்படுத்தும் பொழுது சவர்க்காரம் நுரைப்பதை நாம் அநேக ஸமயங்களிற் பார்த்திருக்கிறோம். நமது அனுஷ்டானங்களெல்லாவொன்றிலும் ரஸாயன விஷயம் ஈடுபட்டிருக்கிறது. சாதாரணமாய் நாம் அதை யுணருகிறதில்லை.

(2) தாற்காலிக கடினத்வத்தைப் போக்க, மற்றொரு வழியுண்டு. கால்ஸிய உப்புக்கள் கரைந்திருக்குந் தண்ணீரை, நாம் சுக்கான் தண்ணீர் அல்லது சுண்ணாம்பு சம்பந்தமுள்ள தண்ணீரென்று கூறுவது வழக்கம். இவ்விதமான தாற்காலிக கடின ஜலத்துடன் வேண்டிய அளவில் நீற்றின சுண்ணாம்பைச் சேர்க்க, அப்ஜனக-இங்காலிகஜம் யதார்த்த இங்காலிகஜமாக மாறி மிதக்கும். "முள்ளை முள்ளாலெடு" என்ற பழமொழிக் கேற்ப "சுண்ணாம்பைச் சுண்ணாம்பால் விலக்கு" என்ற பொய் போலத் தோன்றும் உண்மை ரஸாயனமுறை ஒன்றிருக்கிறது. இதற்குக் "க்ளார்க்-முறை" (Clarke's process) என்று பெயர்.

(3) தண்ணீருடன் வேண்டிய அளவில் சவர்க்கார விலயனத்தைச் சேர்த்து, கால்ஸியத்தையும், மாக்னீஸியத்தையும் அவபாதித்தும் தாற்காலிக கடினத்வத்தைப் போக்கடிக்கலாம்.

சாசுவத கடினத்வத்தைப் போக்குவதற்குத் தண்ணீருடன் வேண்டிய அளவு ஸோடாவுப்பைச் சேர்க்கவேண்டும். அங்ஙனஞ் சேர்த்தால், கால்ஸியமும் மாக்னீஸியமும் இங்காலிகஜங்களாக மாறித் தண்ணீரினின்று பிரிந்து வந்து மிதக்கும். அவ்விகாரத்தில் சிறிதளவு ஸோடிய-ஹரிதகையும் ஸோடிய-கந்தகிகஜமும் உண்டாகித் தண்ணீரிற் கரைந்து நிற்கும். தண்ணீரிற் சிறிதளவு கரைந்து நிற்கும் அவ்வுப்புக்கள் கெடுதல்களை விளைவிக்கமாட்டா. தண்ணீரில், தாற்காலிக சாசுவத கடினத்வங்களிரண்டுமொருங்கே காணப்பட்டால், அத்தண்ணீரைக் கொதிக்கவிட்டாவது, க்ளார்க் முறையாலாவது அதன் தாற்காலிக கடினத்வத்தைப் போக்கிவிட்டுப் பின்பு ஸோடா உப்பால் சாசுவத கடினத்வத்தைப் போக்குவார்கள்.

கடின ஜலம் பல அழகிய தூண்போன்ற உருவங்களையும் மற்றும் பலவித உருவங்களையும் குகைகளுக்குள் இயற்கையிற் கட்டியிருக்கிறது. குகைகளின் மேற்பாகத்திலிருந்து கடினஜலஞ் சொட்டிக்கொண்டிருக்க அதிலுள்ள கரியமில வாயு பிரிந்து வெளியேறும்; கால்ஸிய-இங்காலிகஜம் உண்டாகும். ஒவ்வொரு சொட்டும் சிறிதளவு கால்ஸிய-இங்காலிகஜத்தைக் கொடுக்கும். குகைகளின் மேற்பாகத்தில் இவ்விதம் கால்ஸிய-இங்காலிகஜம் படிந்து கீழ்நோக்கி அழகாக வளர்ந்துகொண்டுவரும் (Stalactites). கீழ்ப்பாகத்திலிருந்தும் அவ்விதமே கால்ஸிய-இங்காலிகஜம் படிந்து மேல் நோக்கி வெகு அழகாக வளர்ந்துகொண்டுபோகும் (Stalagmites). இவ்விரண்டும் ஒன்றுசேர்ந்து தூண்கள்போலாகி நிற்கும்.

அத்தியாயம் 35

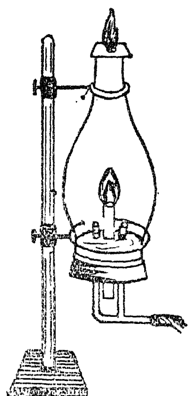
எரிதலும் சுடரும் (Combustion and Flame)

இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட பொருள்கள் உஷ்ணமும் ஒளியும் வெளித் தோன்றும்படி ஒன்றோ டொன்று தீவிரமாக ஸம்யோகிக்கும் விகாரத்தை 'எரிதல்' அல்லது 'தகனம்' என்று சொல்லுகிறோம். (130-133-ம் பக்கங்களையும் பார்க்கவும்). அவ்வித ரஸாயன விகாரங்கள், அவை நடக்கும் நிலைமைகளைப்பொறுத்து எரிதல் ஏற்படாமலேயே நடக்கலாம். அப்ஜனகமும் பிராணவாயுவும் நுண்ணிய பிளாடினத்தூளுடன் தொட்டிருக்க, உணரத்தக்க உஷ்ணமும் ஒளியும் வெளித்தோன்றாமலேயே ஸம்யோகிக்கும். அவ்வாயு மிச்ரத்தை உரிய உஷ்ணத்தில் கொளுத்திவிட, சுடர் தோன்றும். அச்சுடர் அதிக உஷ்ணத்தைக் கொடுக்கவல்லது. ஆனால் விகாரத்தை எவ்விதத்தில் நடத்தியபோதிலும், விளைபொருள்கள் ஒவ்வொரு முறையின் முடிவிலும் ஒன்றாயிருக்குமேயாகில் சக்தி அவிநாசத்வ நியாயத்தின்படி அவ்விகாரத்திலேற்படும் உஷ்ணம் மாறாத ஓரளவிலேயே காணப்படுமென்று முன்பே கூறியிருக்கிறோம் (ஹெஸ் நியாயம் பக். 268).

சாதாரணமாக, எரிதலுக்கு உதவியாயிருப்பது பிராணவாயுவே. எப்பொருளெரிகிறதோ அதை எரிபொருளென்றும், அவ்வெரிபொருள் எதில் நின்றெரிகிறதோ அதைத் தகன-உதவிப்பொருள் அல்லது 'தகனி' அல்லது 'எரித்துணை' என்றுஞ் சொல்வோம். பாக்கியச-பிராணையிலும் (N_2O) ஹரிதகத்திலும் பல பொருள்கள் எரிவதைக் கண்டிருக்கிறோம். ஆகையால், அவ்விரண்டு வாயுக்களும் தகன-உதவிப்பொருள்களாகும். கரிவகைகள், நிலக்கரிவாயு, மண்ணெண்ணெய், மண்ணெண்ணெய் வாயு, அப்ஜனகம், கந்தகம், அப்ஜனக-கந்தகை முதலியவை நமக்கு நன்கு தெரிந்த எரிபொருள்கள். சாதாரண நிலை

மையிற் பாக்கியஜனகமும் கரியமிலவாயுவும் கந்தக-துவி-பிராணையும் எரிபொருள்களுமல்ல, தகன உதவிப்பொருள்களுமல்ல.

6, 18-வது அத்தியாயங்களிற் குறித்தபடி (பக். 152, 410, 411), நாம் சிறிது யோசிப்போமாகில், எரிபொருளுக்கும் தகன-உதவிப்பொருளுக்கும் விசேஷ வித்தியாசமில்லையென்றறிவோம். எரிதலென்னும் விகாரம் இரண்டு பொருள்கள் ஸம்யோகிப்பதாலுண்டாவது. ஸம்யோக விகாரத்தில் இரண்டு பொருள்களும் ஈடுபடுகின்றன.



எரிபொருள், தகன-உதவிப்பொருள் இவ்விரண்டும் பரஸ்பரமாய் மாறியிருக்கக்கூடியவை என்பதைக் காட்டுஞ்சோதனை

படம் 158

சாதாரண விளக்குக் கண்ணாடியை (Chimney) எடுத்து அதன் அடிப்பாகத்தைத் தக்கையாலடைத்து, அத்தக்கையின் நடுவிலுள்ள துவாரத்தில் ஒரு குட்டைக் கண்ணாடிக் குழாயையும், மற்ற துவாரத்தில் புன்ஸன் அடுப்பின் குழாயையும் செருகி (அல்லது படத்திற் காட்டியவண்ணம் எரிவாயுவைச் செலுத்தலாம்) கண்ணாடியின் மேற்பா

கத்தை ஒரு சிறிய துளையுள்ள கல்நார் அட்டையால் மூடவும். அந்த அட்டையிலுள்ள துளையை ஒரு பிங்கான் மூடியால் மூடிவைத்து, எரிவாயுவைக் கண்ணாடியில் நிரப்பவும். குட்டைக் குழாயின்வழியே வெளியேறும் வாயுவைக் கொளுத்திவிடவும். பின்பு மேலே நிற்கும் பிங்கான் மூடியை ஜாக்கிரதையாக எடுத்துவிட்டு வெளிவரும் வாயுவைக் கொளுத்தவும். இவ்விதஞ் செய்வதால் வாயு உள்ளிழுக்கப்பட, நடுவிலிருக்கும் குட்டைக் குழாயின்வழியே சுடர் மேலே சென்று நுனியிலெரியும். அக்குழாயின்வழியே காற்றே செல்லும். மண்ணெண்ணெய் வாயுவாற் சூழப்பட்டுள்ள காற்று குழாயின்மேல் நுனியிலெரியும். கல்நார் அட்டைக்குமேல், மண்ணெண்ணெய் வாயு காற்றிலெரியும். ஆகையால் இருவாயுக்களும் ஒன்று மற்றொன்றிலெரியும். எனவே எரிபொருள், எரியச் சாதகமாய் நிற்கும் பொருள் என்னும் இவ்விரண்டும் பரஸ்பரமாய் மாறக்கூடியவை. அதை, ஹரிதகம் அப்ஜனகத்திலெரிவதும் அப்ஜனகம் ஹரிதகத்திலெரிவதும் காட்டும். இச்சோதனைகள் பிராணவாயுவைத்தவிர வேறு பொருள்களும் எரிதலிலீடுபட்டுக்கொள்கின்றனவென்பதைக் காட்டுகின்றன. ஆகையால் பொதுவாயும் நிரபேட்சமாயுஞ் சொல்லுமிடத்து, சூனிய சமூகத்திலிருக்கும் ஸௌரம் முதலிய பொருள்களைத்தவிர, மற்றெல்லாத் தனிப்பொருள்களும் ரஸாயன ஸம்யோக விகாரத்திலீடுபடுபவை. ஆகையால் அவை எரிபொருள்களாகவும், தகன உதவிசெய்யும் பொருள்களாகவும் இருக்கவேண்டும். சில பொருள்களை எரிவனவென்றும், சில பொருள்களை தகன உதவி செய்வனவென்றும், சில பொருள்களை எரியாதனவென்றும், மற்றுஞ் சில பொருள்களை எரிதலுக்குத் தடையாய் நிற்பனவென்றும், நாம் சாதாரணமாகச் சொல்வது அவைகளின் தாரதர குணங்களையொட்டியேயாம். ஆகையால் ஒரு சாஸ்திரத்தின் உண்மைகளை அதிகமாக அறிய அறிய, நாம் முதலிற் சொல்லிய சில விஷயங்களை மாற்றிப்

பின்பு நேர்விரோதமாகக்கூட கூற நேரிடும். ஒரு விஷயத்தைப்பற்றி நிச்சயமாய்ச் சொல்ல நேரிடுங்கால் நாம் அவ்விஷயத்திற் காட்டிய மற்ற விஷயங்களையெல்லாம் அநுசரித்து வெகு கவனத்துடன் ஆராய்ந்து, பின்பே ஒரு முடிவான அபிப்பிராயத்தைக் கூறவியலும்.

சுடர் (Flame) :—எரிவாயுக்கள் அதிக உஷ்ணத்தையும் ஒளியையுங் கொடுத்து எரியும்பொழுது, சுடரைக் காண்போம். வாயுக்கள் எரியும்பொழுதுதான் "சுடர்" தோன்றுமென்று விசேஷித்து மேலே கூறியதைக் கவனிக்கவும். கரி, பிராணவாயுவுடன் ஸம்யோகிக்கும்பொழுது, ஜ்வலித்து ஒளியைக்கொடுக்கும். ஆனால் அங்கு சுடர் தோன்றுவதில்லை. சில திடப்பொருள்கள் பிராணவாயுவிலெரியும்பொழுது சுடரைக்காண்போம். ஓர் எரிவாயுவுண்டாகி எரிவதாலேயே அச்சுடர் ஏற்படுகிறது. கந்தகமும் பாஸ்வரமும் எரியும்பொழுது விகாரத்திலேற்படும் உஷ்ணம் அத்தனிப்பொருள்களை ஆவியாக மாற்றும். அவ்வாவிதான் பிராணவாயுவுடன் கலந்தெரிந்து சுடரைக் கொடுப்பது. கரியடுப்பு நன்றாக எரியும்பொழுது தணல் ஜ்வலிப்பதையும் அதற்குமேல் நீலச்சுடர் தோன்றுவதையுங் காண்கிறோம். இங்கால-ஏக-பிராணை யுண்டாகி எரிவதால்தான் அந்நீலச்சுடர் தோன்றுகிறது. மெழுகுதிரி எரியும்பொழுதும், அந்த எரிதல் விகாரத்தினுண்டாகுஞ் சூட்டினால் மெழுகு உருகி ஆவியாய்ப் பரிணமிக்க, அவ்வாவி எரிந்தே சுடரைக் கொடுக்கிறது.

சுடர்கள், சாதாரணமாய்ப் பலவிதங்களில் தோன்றும். காற்றில் அப்ஜனகமாவது சாராயமாவது எரியும்பொழுதுண்டாகும் சுடர்கள் நிறமற்றவையென்றே சொல்லலாம். இங்கால-ஏக-பிராணை எரியும்பொழுது நீலச்சுடரைக் காண்போம். காலகம் (cyanogen) எரியும்பொழுது சிறிது சிவப்புநிறந்தோன்றும்; இச்சுடர்கள் வெளிச்சத்தைக் கொடுக்கா. ஆனால் அதிக வெளிச்சத்தை

வீசுந்தன்மையுடைய சுடர்களுமுண்டு. சாதாரண நிலை களில் நிலக்கரிவாயு இலேசான மஞ்சள் நிறமுடைய சுடருடன் பிரகாசமாய் எரியும். அஸெடிலீன் வாயு அதிகக் காந்தியுடைய வெண்சுடருடன் எரியும். மெழுகுதிரிச் சுடர் வெளிச்சத்தைக் கொடுக்கும். அவ்வகைச் சுடரின் பிரகாசத்திற்குக் காரணமாய் நிற்பது யாதென்பதைப்பற்றி இனிக்கவனிப்போம்.

சுடர்களின் பிரகாசம் (Luminosity of Flames)

மாக்னீஸிய நாடாத்துண்டை எரித்தாற் கண்கூசும்படியான வெளிச்சம் உண்டாகும். அவ்விகாரத்தில் விளையும் மாக்னீஸிய-பிராணைத் துணுக்குகள் விகாரத்திலேற்படும் அதியுஷ்ணத்தினால் ஒளிவீசுந்தன்மையை அடைகின்றன. சாதாரணமாய் நாம் சோதனைச் சாலையில் உபயோகிக்கும் மண்ணெண்ணெய் வாயுவின் வெளிச்சம் அவ்வாயுவிலிருந்துண்டாகும் நுண்ணிய கரித்துணுக்குகள் அதிகமாகச் சூடு செய்யப்படுவதாலேயே ஏற்படுகிறது. அவ்வாயு எரியும்பொழுது, அச்சுடரிற்படும்படி ஒரு குளிர்ச்சியுள்ள பீங்கான் கிண்ணத்தைக் கொண்டுவர, அக்கிண்ணத்திற் புகை படிந்து கறுப்பு நிறந் தோன்றும். இத்தோற்றத்திலிருந்து, சுடரிற் கரித்துணுக்குகள் இருக்கின்றனவென்று வெளிப்படும். ஆனால் அங்ஙனம் நிதானிக்கப் போதுமான ஆதாரங்களில்லையென்று சிலர் அபிப்பிராயப்படுகின்றனர். நன்றாய் ஒளிவீசும் விளக்கிற்கும் ஒரு திரைக்கும் நடுவில் மேற்கண்ட வாயுச்சுடரை அமைக்க அத்திரையிற் சுடரின் பிரகாசமுள்ள பாகத்தின் சாயை விழும். இன்னும் அச்சுடரின் பிரகாசமுள்ள பாகத்தின் வழியே சூரிய வெளிச்சத்தைக் குவித்துவிட, சிதறிவீசிய கிரணங்கள் (scattered light) துருவீகரிணிக்கப்படுகின்றன (are polarised) என்பதைச் சோதித்தறியலாம். எனவே இவ்வாதாரங்களைக்கொண்டு சுடரில் கரித்துணுக்குகளிருக்கின்றனவென்று சந்தேகமற நிச்சயிக்கலாம்.

நிலக்கரி வாயுவில் அஸெடிலீன், எதலீன் என்ற அஸம்பூரண-சேர்க்கைப் பொருள்களிருப்பதால்தான் அவ் வாயு ஒளி வீசி எரிகிறது. அவ்வாயுக்கள் வியோகித்துக் கரித்துணுக்குகளைக் கொடுக்கும். சுடரின் ஒளிக்குக் காரணமாய் நிற்பன அக்கரித்துணுக்குகளே. மீதேன் (சதுப்பு நிலவாயு) எரியும்பொழுது கரித்துணுக்குகள் வெளிவருவதில்லை. ஆகையால் அவ்வாயு எரியும்பொழுது, சுடர் வெளிச்சத்தைக் கொடுப்பதில்லை. குறைந்த வெளிச் சத்தைக் கொடுக்கக்கூடிய நிலக்கரி வாயுவை அதிக வெளிச் சத்தைக் கொடுக்கக்கூடிய நிலக்கரி வாயுவைவிடக் குறைந்த செலவில் தயாரிக்கலாம். இவற்றுள் முன் சொல்லிய வாயு எரிந்து அதிக உஷ்ணத்தைக் கொடுப்பதால் அதையே இப்பொழுது அதிக அளவில் தயாரிக்கிறார்கள். வெளிச்சத்திற்காக அதையுபயோகிப்பதற்கு, அஃதுடன் அஸம்பூரண அப்ஜ-இங்காலங்களைச் சேர்த்துவிடுவார்கள். மேலும் புகையாமலெரியும் வாயுவைத் தயாரித்து ஒளி வீசும் வலைத்திரிகளுக்குள் (incandescent mantles) எரியவிட, நல்ல வெண்மையாயும் பிரகாசமாயுமுள்ள வெளிச்சத்தை அடையலாம். வாஷிங்டன் விளக்கு களும், பெட்ரோமாக்ஸ் விளக்குகளும் அதிக வெளிச் சத்தைக் கொடுப்பது இக்காரணம்பற்றியே.

எரிவாயுவில் திடஸ்திதியிலுள்ள நுண்துளிகளே வெளிச்சம் கொடுப்பதற்குக் காரணமென்று சொல்லிவிட முடியாது. கரிகந்தகத்திராவக ஆவியைப் பிராணவாயு விலாவது பாக்கியமிக-பிராணையிலாவது எரியவிட, ஒரு பிரகாசமான சுடர் தோன்றும். ஆனால் அங்கே திடஸ்தி தியிலுள்ள நுண்துளிகள் கிடையா. விளைபொருள் கள் யாவும் வாயுக்களே. இன்னும் அஞ்சன-அப்ஜனகை SbH_3 பிரகாசமற்ற சுடருடனேயே எரியும். சுடரில் ஒரு பீங்கான் மூடியைக் காட்ட, அதில் அஞ்சனம் படிவதைப் பார்க்கலாம். இங்கு திடப்பொருள் துணுக்குகள் இருந் தும் பிரகாசமற்ற சுடர் இருப்பது குறிக்கத்தகுந்தது.

எனவே அப்பிரகாசத்திற்கு வேறுகாரணத்தைச் சிலர் கூறுகிறார்கள். அவர்கள் அதை "ஒளிவீசுந்தன்மை" என்கிறார்கள். உஷ்ண நிலையைத்தவிர மற்ற எக்காரணத்தாலும் உண்டாகும் வெளிச்சம் "ஒளிவீசுந்தன்மை" (Luminiscence) எனப்படுகிறது. உஷ்ணத்தாலேற்படும் வெளிச்சம் "வெண்சூட்டொளி" (Incandescence) என்று சொல்லப்படுகிறது.

அமுக்க நிலையையாவது உஷ்ணத்தையாவது உயர்த்திச் சுடரின் பிரகாசத்தை அதிகமாக்கலாம். அப்ஜனகம் பிராணவாயுவிற் சாதாரண அமுக்க நிலையில் ஒளியற்ற சுடருடன் எரிந்தபோதிலும் அதிக அமுக்க நிலையில் ஒளியுள்ள சுடருடன் எரிகிறதென்று ப்ரான்க்லண்ட் (Frankland) என்பவர் காட்டியிருக்கிறார். இதற்கு மாறாக, குறைந்த அமுக்கத்தில் மெழுகுதிரியை எரியவிட அதன் பிரகாசம் எதிர்பார்ப்பதற்கிணங்க நிரம்பவும் குறைவுபடும். சில விளக்குகளில் எரிவாயுவை முதலிற் சூடு செய்து பின்னர் அச்சூடுசெய்விக்கப்பட்ட வாயுவை எரித்துப் பிரகாசமுள்ள சுடரை அடைகிறார்கள்.

சுட்ட சுண்ணும்பை நன்றாய்ச் சூடுசெய்ய, அது ஜ்வலித்துச் சிறந்த ஒரு வெள்ளொளியைக் கொடுக்குமென்பது நமக்குத் தெரிந்த விஷயம் (சுண்ணும்புவிளக்கு). அக்குணத்தையொட்டியே வாயு விளக்குகளுக்கு வலைத்திரிகளைத் தயாரிக்கிறார்கள். அத்திரியிலிருப்பன உருகாத சில உலோகப்பிராணைகளே. தோரிய-பிராணையும் (99%) ஸீரிய-பிராணையும் (1%) சேர்ந்த கலவைதான் அத்திரியிலிருக்கும் பொருள். உஷ்ணத்தால் அத்திரி தாக்கப்படவே அது வெண்ணொளியை வீசும்.

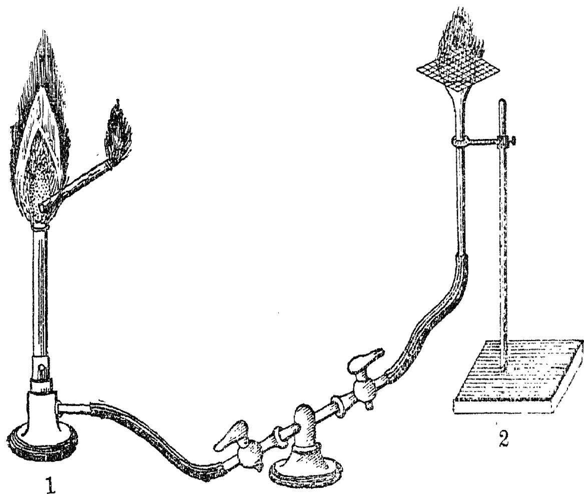
(1) எரிகாற்றைக் குளிர்ச்சி செய்தாவது, (2) எரிவாயுவுடன் கரியமிலவாயுவையேனும் பாக்கியஜனகத்தையேனும் சேர்த்தாவது, (3) எரியும்பொழுது கரித்துணுக்குகளுண்டாகாதவண்ணம் எரிவாயுவுடன் பிராணவாயுவைக்

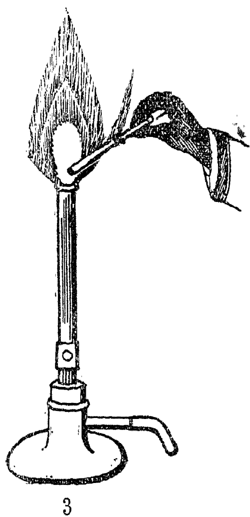
கலந்தாவது சுடரின் ஒளியைக் குறைக்கலாம். புன்ஸென் அடுப்பில் மூன்றாவது முறையே அனுஷ்டிக்கப்பட்டு வருகிறது.

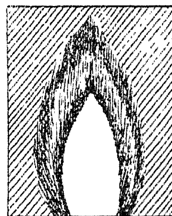
சுடரின் அமைப்பு (Structure of Flame)

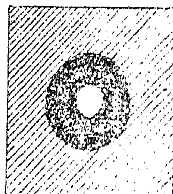
அநேகமாய்ச் சுடரின் வடிவம் கீழிருந்து மேலே குவிந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். எரிவாயு மேலே கிளம்பி எரிதலுக்குச் சாதகமாயிருக்கும் பிராணவாயுவைத் தேடிச் செல்லுவதால், சுடர் குவிந்த வடிவங் கொண்டிருக்கிறது. சுடரின் வடிவம் எரிவாயுவிருக்கும் அமுக்க நிலையையும் அது வெளிவருந் துவாரத்தின் அமைப்பையும் பொறுத்திருக்கும். அஸெடிலீன் விளக்குகளிலும் மீன்வாலடுப்பு களிலும் சுடர் தட்டை வடிவ முடையதாயிருப்பதை நாம் பார்த்திருக்கிறோம்.

காற்றுடன் சம்பந்தப்படாமல் நிற்கும் சுடரின் உட் பக்கத்தில் எரியாத வாயுவேயிருக்கும். அப்பாகத்தில் ஒரு கண்ணாடிக் குழாயின் ஒரு நுனியை அமைத்து மற்றொரு நுனியில் வெளிவரும் வாயுவைக் கொளுத்திவிட அது எரியும் (படம் 159-1). தாரதரித்துச் சொல்லு மிடத்து, அம்மண்டலமே சுடரின் குளிர்ந்த பாகம். தீக் குச்சியின் தலையைச் சட்டென்று அம்மண்டலத்திற்குட் செருகிவிட, அத்தலை யெரியாமல் வெளிமண்டலத்தைத் தொட்டுநிற்கும் மரக்குச்சியே எரிவதைக் காண்போம் (படம் 159-3). படத்திற் காட்டியபடி (படம் 159-2) ஒரு புனலை இரும்புக்காலிற் பொருத்தி நிற்கவைத்து, எரிவாயுக் குழாயுடன் அதனைப் பிணைக்கவும். அப்புனலின் மேல் இரும்புச் சல்லடையை வைத்து, அதன் நடுவிற் சிறிதளவு வெடிமருந்தை வைக்கவும். பிறகு எரிவாயுவைத் திறந்துவிட்டு, கவனமாய் ஒரு எரி-குச்சியை புனலுக்கு மேலிருந்து கீழே கொண்டுவர எரிவாயு பற்றி எரியும்; சுடருக்கு நடுவிலிருக்கும் வெடிமருந்து எரியாமலிருக்கும். இச்சோதனைகள் சுடரின் நடுமண்டலத்தில் உஷ்ணங் குறைவாகவிருக்குமென்பதை நிரூபிக்கின்றன.









சுடரின் உள்மண்டலத்திலிருப்பது எரியாத வாயு

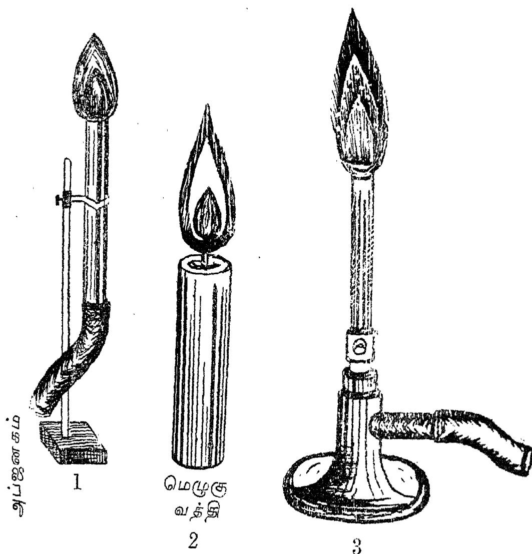
படம் 159

சுடரின் வடிவத்தைத் தெரிந்துகொள்ள, இலேசான கல்நார் காகிதத்தை காற்றடிக்காத அறையில் எரியும் புன்ஸன் ஜ்வாலையின் மத்தியில் மேலிருந்து கீழே விரைவாய்த் தணித்து இரண்டு விநாடிகள் சென்றபின் அதை வெளியே எடுத்துப் பார்க்கவும் (படம் 159-4). மற்றொரு துண்டை படுக்கை வசத்தில் வைத்து ஜ்வாலையின் குறுக்கே முன்போல் தணித்துப் பார்க்கவும் (படம் 159-5).

சுடரின் அமைப்பு எரிபொருளைப் பொறுத்துமிருக்கிறது. அப்ஜனகம் காற்றிலாவது ஹரிதகத்திலாவது எரியும்பொழுதுண்டாகுஞ் சுடரின் அமைப்பைவிட, மெழுகு, எண்ணெய் முதலியவை எரியும்பொழுதுண்டாகும் சுடர்களின் அமைப்புகள் சிக்கலானவையாகவிருக்கும். ஏனெனில் பின்னால் சொல்லப்பட்ட பொருள்கள் எரியும்பொழுது பல விளைபொருள்களுண்டாகும். அப்ஜனகத்தை ஒரு குழாயின் வழியே செல்லவிட்டுக் கொளுத்திப் பார். அச்சுடரின் உள்மண்டலத்தில் அப்ஜனகமிருக்கும். அதைச் சுற்றி ஒரே தன்மையுள்ள எரிந்துகொண்டிருக்கும் உறை காணப்படும் (படம் 160-1). அதற்கு ஏக-உறைச்சுடர் (Single mantled flame) என்று பெயர். இங்கால-ஏக-பிராணையின் சுடரும் அவ்வமைப்புள்ளதே. இவ்வகைச் சுடர்களில் இருமண்டலங்களே உள.

அப்ஜனக-கந்தகையை எரியவிட்டுப் பார். துவி-உறைச்சுடரைக் காண்பாய். சுடரில் (1) உட்பக்கத்தில் எரியாத வாயுமண்டலமும், (2) அதைச்சுற்றிச் சற்றுச் சிவந்த நிறமுள்ள மண்டலமும், (3) அதைச்சுற்றி நீல நிறமுள்ள மண்டலமும் காணப்படும். அமோனியா, கரிகந்தகத்திராவகம், காலகம் முதலியவை எரியும்பொழுது துவி-உறைச் சுடர்களைக் காணலாம். இவ்வகைச் சுடர்களில் மூன்று மண்டலங்களுள.

ஒரு மெழுகுவத்தித் துண்டை ஏற்றிப் பார். அதன் சுடரில் நான்கு மண்டலங்கள் தோன்றும். அவையாவன :—(1) எரியாத-வாயுக்கலவை மண்டலம், (2) பிரகாச மண்டலம், (3) பிரகாசமற்ற மண்டலம், (4) நீல மண்டலம்.



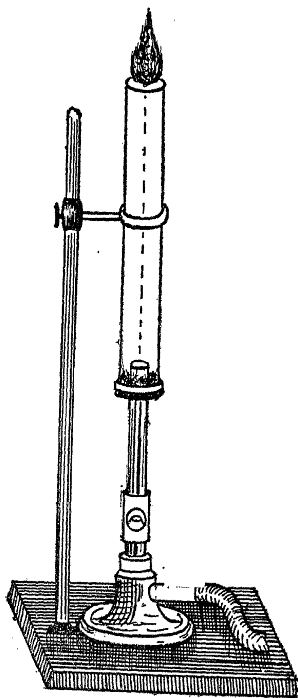
படம் **160**

இவற்றுள் முதலாவது மண்டலஞ் சற்றுக் கருமையான நிறமுடையதாயிருக்கும். அதில் எரியாத வாயுவிருக்கும். அங்கு யாதொரு ரஸாயன விகாரமும் ஏற்படுவதில்லையென்றே சொல்லிவிடலாம். அதைச் சுற்றியிருக்கும் இரண்டாவது மண்டலத்தில் அஸம்பூரண எரிதலே

நடக்கும். அம்மண்டலத்திலேற்படும் உஷ்ணமானது எரி வாயுக்களை விபாகிப்பதால் நுண்ணிய கரித்துணுக்குகள் விடுவிக்கப்படும். அவைதாம் அம்மண்டலத்தின் பிரகாசத்திற்குக் காரணம். பிரகாசவுறையைச் சூழ்ந்து நிற்கும் சற்று நீல நிறமுள்ள மூன்றாவது மண்டலம் காற்றுடன் நன்றாய்த் தொட்டு நிற்பதால் பிராணீகரணம் முற்றிலும் ஏற்பட்டுவிடும். அங்கு கரியமிலவாயுவும் நீராவியும் விகார விளைவுகள். சுடரின் அடிப்பாகத்தில் தோன்றுவது நான்காவது மண்டலம். அதன் நிறம் நீலம். இங்கால-ஏக-பிராணை எரிவதே இந் நீல நிறத்துக்குக் காரணம். அங்கும் விகாரம் அஸம்பூரண நிலையிலேயே நடக்கும்.

காற்றுப்புகும் வளையத்தை மூடிவிட்டு, புன்ஸன் அடுப்பில் எரிவாயுவைச் செலுத்திக் கொளுத்திவிட, புன்ஸன் சுடரிலும் மிக்க கவனமாகச் சோதிக்க மேற்கண்ட நான்கு மண்டலங்களையுங் காணலாம். காற்றுப் புகும் வளையத்தைத் திறந்து வைத்து, பின்பு, எரி வாயுவைக் கொளுத்திவிட, மூன்று மண்டலங்களே காணப்படும் (படம் 160—3). அங்கு சுடர் பிரகாசமற்றதாயிருக்கும். சாதாரணமாய்க் காற்றுப்போக்கி வழியாய் இழுத்துக் கொள்ளப்படுங் காற்று முழு எரிதலுக்குப் போதுமானதாயிருப்பதில்லை. எரிவாயுவுங் காற்றுஞ் சேர்ந்த கலவை, அவ்வாயு எரியும் வேகத்தைவிட அதிக வேகத்துடன் குழாயினின்று வெளிவரும்வரை, சுடரின் வடிவும் நிலைமையும் சரியாயிருக்கும். அக்கலவையின் வெளிவரும் வேகம் குறையுமேயாகின், சுடர் குதித்து எரிகுழாயின் வழியே கீழ்நோக்கிச்சென்று பாதத்திலிருக்கும் காம்பில் "படபட" என்று சத்தஞ் செய்துகொண்டெரியும். இதற்கு "புன்ஸன் சுடர் கீழ்நோக்கியடித்தல்" என்று பெயர். அதை நன்றாய்ப் பார்க்க, கீழே குறித்த சோதனையைச் செய்யவும்.

5 அல்லது 6 அடி நீளமுள்ளதும் $1\frac{1}{2}$ அங்குலக் குறுக்களவுள்ளதுமான கண்ணடிக் குழாயொன்றைச் செங்குத்தாய்ப் படத்திற் காட்டியபடி புன்ஸன் அடுப்புக்கு மேல்



புன்ஸன்-சுடர் கீழ்நோக்கியடித்தல்

படம் 161

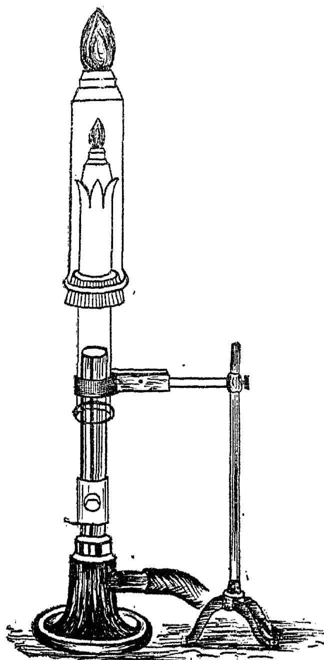
நிறுத்திவைக்கவும். அவ்வடுப்புக்கும் குழாய்க்குமிடையே இலேசாகப் பஞ்சைத் திணித்து வைக்கவும். அவ்வடுப்பின் காற்றுப்புகும் வளையத்தை நன்றாய் மூடிவிட்டு, எரி

வாயுவைத் திறந்து அக்குழாய்க்குமேல் வரும் வாயுவைக் கொளுத்திவிடவும். சுடர் நன்றாய் நீல நிறத்துடன் எரியும்வரை வேண்டிய அளவில் அடைத்த பஞ்சை நெகிழ்த்தி வெளியே எடுக்கவும். பின்பு காற்றுப்புகும் வளையத்தைக் கவனமாகவும் மெதுவாகவுந் திறக்க ஒரு நிலையில் பலத்த ஆனால் அபாயமற்ற வெடியுடன் சுடர் கீழ்நோக்கிச் செல்லுவதைக் காணலாம்.

புன்ஸன் அடுப்பில், ஒரு பங்கு எரிவாயுவும் 2 முதல் 3 பங்குவரை காற்றுஞ் சேர்ந்து எரியும். பூரண எரிதலுக்கு சுமார் ஆறு பங்கு காற்று தேவை. எரிவாயுக் கலவை அச்சங்கலனமுடையதாயிருக்குமேயாகில் சுடர் கீழ்நோக்கியடிக்குங் குணமுடையதாகவிருக்கும். அச்சங்கலனமுடைய எரிவாயுவை எரிப்பதற்கு “மெக்கர்” என்பவர் ஒரு புதிய அடுப்பைக் கண்டுபிடித்தார் (பக்கம் 32). அவ்வடுப்பில் காற்றுத் துளைகள் பெரிதாயிருக்கும். எரிகுழாயின் மேற்பாகத்தில் இருக்கும் சல்லடை போன்ற கருவி சுடரைக் கீழ்நோக்கிச் செல்லாவண்ணந் தடுக்கும். புன்ஸன் சுடரைவிட மெக்கர் சுடர் அதிக உஷ்ணத்தைக் கொடுக்கவல்லது.

சுடரிலுள்ள பல மண்டலங்களிலேற்படும் விகாரங்களைச் சோதனை முறையாற் கற்றறிவது மிகச் சிரமமானதே. சுடரிலுள்ள பல பாகங்களினின்று எரிவாயுவைப் பிரித்தெடுப்பதால, விகாரமண்டலத்தின் நிலைமை மாற, விகாரங்களும் வேறு விதமாக நடக்கலாம். டெக்ளு, ஸ்மிதல்ஸ் என்ற இருவரும் ஒருவிதக் கருவியைக் கண்டுபிடித்தார்கள். அதற்கு “சுடர்-பிரிக்குங் கருவி” (Flame separator) என்று பெயர். 162-வது படத்திற் காட்டியபடி நடுவிலிருக்கும் குறுகிய குழாயுடன் வலுவாக மற்றொரு வாயகன்ற குழாய் பிணைக்கப்பட்டிருக்கும். ஆனால் சிறிய குழாயை மேலுங்கீழும் இழுக்கமுடியும். அக்கருவியில் எரிவாயுவும் காற்றும் கீழேயுள்ள குழாயின் இரு புஜங்களின் (படத்திற் காட்டவில்லை) வழியாய்த் தனித்

தனியே செலுத்தப்படும். அவ்வாயுக்களினளவைச் சரிப் படுத்திச் செலுத்தினால் வெளிக் குழாயின் நுனியில் நீல நிறத்துடன் எரியுஞ் சுடரையும் உட்குழாயின் நுனியில் பச்சை நிறத்துடன் எரியுஞ் சுடரையும் அடையலாம்.



சுடர் பிரிக்குங் கருவி

படம் 162

வெளிக் குழாயிலுள்ள பக்கக் குழாயின் மூலம் (படத்திற் காட்டவில்லை) உள்மண்டலத்திலுள்ள எரிவாயுவையுறிஞ்சி யெடுத்து அதன் சங்கலனத்தைச் சோதித்தறியலாம். அங்ஙனஞ் செய்த சோதனைகளின் பயனால்தான் பச்சை

நிறமுள்ள மண்டலத்திலேற்படும் விகாரங்களின் போக்கை அறியமுடிந்தது. படத்திற் காட்டியபடி புன்ஸனடுப்பை உபயோகித்துஞ் சோதிக்கலாம்.

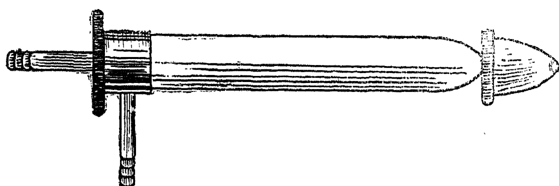
சோதனைக்குரிய கஷ்டங்களால், பிரகாசமுள்ள மண்டலத்தில் நடக்கும் விகாரங்களைப்பற்றியும் அங்கு கரித்தூள்கள் வெளித்தோன்றுங் காரணங்களைப்பற்றியும் இன்னும் நன்கறிய முடியவில்லை. முன்னாளில், எரிவாயுவிலுள்ள அப்ஜனகம் எளிதில் எரியக்கூடிய பொருளாகையால் அதுவே முதலில் எரிகிறதென்றும், ஆகையால் கரித்துணுக்குகள் வெளித்தோன்றுகின்றனவென்றும் நினைத்து வந்தார்கள். ஆனால் இப்பொழுது அவ்வபிப்பிராயத்தை ஏற்றுக்கொள்வதில்லை. விகாரமண்டலத்திலேற்படும் உஷ்ணத்தில் எதிலீன் வாயு அஸெடிலீனாகவும் அப்ஜனகமாகவும் விபாகிக்கிறதென்றும், பின்பு அஸெடிலீன் வாயு கரியாகவும் அப்ஜனகமாகவும் விபாகிக்கிறதென்றும் தற்காலத்தில் இயற்கை சாஸ்திரபண்டிதர்கள் அபிப்பிராயப்படுகின்றனர். சுருக்கிச் சொல்லுமிடத்து எரிதலுக்கு முன்பே வியோகம் ஏற்படும் என்று கூறுவோம். அப்ஜ-இங்காலங்கள் அஸெடிலீனாக மாறாமலேயே விபாகித்துக் கரித்துணுக்குகளைக் கொடுக்கலாமென்றுஞ் சிலர் கருதுகின்றனர். இம்மனோராச்சியமான வாதங்களை விஸ்தரிப்பதற்கு இங்கு இடமில்லை.

சுடர்களின் உஷ்ணநிலை :—ஒரு சுடரின் உஷ்ணநிலை எப்பொழுதும் மாறாமலிருக்குமென்று சொல்லமுடியாது. எரிபொருளின் தன்மையைப் பொறுத்தும் ஊட்டப்படும் பிராணவாயுவின் அளவைப் பொறுத்தும் உஷ்ணநிலை மாறும். சாதாரணமாய் நாம் உபயோகிக்கும் மண்ணெண்ணெய் வாயு-காற்றுக்கலவை (oil gas-air mixture) எரியும்பொழுது பச்சைநிறம் பொருந்திய மண்டலத்தின் உஷ்ணம் சுமார் 800°ச-ஆகவும் வெளிமண்டலத்தின் உஷ்ணம் சுமார் 1250°ச-ஆகவும் இருக்கும். (நிலக்கரிவாயு—காற்றுக்கலவை யெரியும்பொழுது நடுமண்டலத்தில்

உஷ்ணநிலை 1500°ச; வெளிமண்டலத்தின் உஷ்ணநிலை 1800°ச). காற்றுக்குப் பதிலாகப் பிராணவாயுவை உபயோகித்தால், உஷ்ணநிலை அதிகரிக்கும். சாதாரணமாய் அஸெடிலீன் வாயு எரியும்பொழுது உஷ்ணநிலை 1900°ச இருக்கும். அவ்வாயுவை புன்ஸன் அடுப்பில் எரியவிட 2500°ச உஷ்ணநிலையை யடையலாம். அப்ஜனக-பிராண வாயுக்கலவை எரியும்பொழுது 2400°ச உஷ்ணநிலையும், இங்கால-ஏக-பிராணை பிராணவாயுவிலெரிய 2800°ச உஷ்ணநிலையும் ஏற்படலாம். மேலே காட்டிய எண்கள் உச்ச-உஷ்ணநிலைகளையே குறிக்கின்றன.

எரிபொருள் எரியும்பொழுதுண்டாகும் விளைபொருள்களின் ஸம்யோக உஷ்ணத்தினின்றும் எரிபொருளுக்குரிய தராதர உஷ்ணத்திலிருந்தும் (Specific heat) எரிபொருளெரியும்பொழுதுண்டாகுஞ் சுடரின் உஷ்ணநிலையைக் கணக்கிடலாமென்று எதிர்பார்க்கலாம். ஆனால் உஷ்ணம் வெளியே பிரசாரிக்குமாகையால் அதற்குரிய உஷ்ணத்தைக் கவனித்து முறைப்படி கண்டுபிடித்த அளவைச் சீர் திருத்திக்கொள்ளவேண்டும். அங்ஙனங் கணக்கிட்டு நாமடையும் உஷ்ணநிலை, சாதாரணமாய் சுடர் கொடுக்கும் உஷ்ணநிலையைவிட, வெகு அதிகமாகவிருக்கும். உதாரணமாக அப்ஜனகமும் பிராணவாயுவும் ஸம்யோகித்து, ஒரு கிராமணு தண்ணீர் (18 கி.) உண்டாகும்பொழுது, 68400 தாபாங்க உஷ்ணம் வெளித்தோன்றுகிறது. நீராவியின் தராதர உஷ்ணம் 9 தாபாங்கம் (ஓரணுவிற்குரியது). ஆகையால் அப்ஜனக-பிராண வாயுச்சுடரின் உஷ்ணநிலை $68400 \div 9 = 7600$°ச-ஆக இருக்கவேண்டும். உஷ்ணம் வெளியே பிரசாரிப்பதற்கேற்றவாறு சீர்திருத்திப் பார்த்தாலும், கணக்கிட்ட அளவிற்கும் நாம் நேரே சோதித்துக் காணும் அளவிற்கும் அதிக வித்தியாசமிருக்கிறது. இதற்கு ஒருவிதமான சமாதானங் கூறலாம். ஓர் உஷ்ணநிலைக்கு மேற்பட்டு, ஸம்யோகம் முற்றிலும் நடப்பதில்லை. உஷ்ணம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க ஸம்யோகம் குறைந்துகொண்டே

வரும். உஷ்ணப் பிரசாரத்திற்குப் பிறகே மீதி ஸம்யோகம் நடந்தேறும். ஆகையால் நாம் நேரே காணும் உஷ்ணநிலை இப்பல விகாரங்களின் சாமிய நிலைக்கு ஒத்தேயிருக்கும். 163-வது படத்திற் காட்டிய உபகரணத்தை உபயோகித்து இரு வாயுக்களை யெரித்துச் சுடரை யடையலாம். ஒரு வாயு சற்று வாயகன்ற வெளிக்குழாயின் வழியே காம்பினருகிற் செல்லும். மற்ற வாயு உள்ளிருக்கும் குறுகிய குழாயின் வழியே காம்பினருகிற் செல்லும். இரு வாயுக்களும் சுடருக்குப் பக்கத்திலேதான் ஒன்றுசேரும்.



அப்ஜனக-பிராணவாயு ஊது-துருத்தி

படம் 163

காற்றிலெப்பொருளுமெரிய, காற்றிலுள்ள பிராணவாயுவும் எரிபொருளும் ரஸாயன விகாரத்தில் ஈடுபடும். எரிவாயுவைத் திறந்துவிட்டாலும் அல்லது கிப் எந்திரத்திலிருந்து அப்ஜனகத்தைத் திறந்துவிட்டாலும், வாயு வெளியேறிக் காற்றுடன் கலந்துகொள்ளுமேயொழிய எரியத் தொடங்காது. அவ்வாயுவைப் பிராணவாயுவுடன் சேர்த்தாலும் எரியாது. ஏதோ ஒரு நிலைக்குச் சூடு செய்யப்பட்டபிறகே எரிபொருள் எரிய ஆரம்பிக்கும். அவ்வுஷ்ண நிலைக்கு "ஜ்வால்கேந்திரம்" அல்லது "எரிநிலை" (Ignition point) என்று பெயர். திட்டமான ஒரு உஷ்ண நிலைக்குக் குறைவான நிலையில் அப்ஜனகமும் பிராணவாயுவும் மெதுவாய் ஸம்யோகிக்கும். அதற்கு மேற்பட்ட உஷ்ண நிலையில் ஸம்யோகம் தீவிரமாயும் வெடியுடனும் நடக்கும். அதேவிதமாக, சாதாரண உஷ்ண நிலையில், பாஸ்வரம் மெதுவாகப் பிராணீகரிக்கப்படும். உஷ்-

ணம் சிறிது அதிகமாயிருக்குமாயின், ஸம்யோகந் தீவிரமாக நடக்க, விகாரத்தில் உஷ்ணமும் ஒளியும் வெளித்தோன்றும்; அதாவது எரிதலுண்டாகும்.

விகாரத்திலேற்படும் உஷ்ணத்திற்கும் விகார மண்டலத்திற்குரிய எரிநிலைக்கும் கிட்டிய பாத்தியமுண்டு. எரிநிலைக்கு மேற்பட்ட உஷ்ண நிலையில் அப்ஜனகமும் பிராணவாயுவும் வெகு விரைவாய் ஸம்யோகிக்க, சிறிது நேரத்திற்குள் அதிக உஷ்ணம் வெளிப்படும். இவ்வுஷ்ணம் எரிவாயுவின் உஷ்ணத்தை எரிநிலைக்குமேலுயர்த்தும். ஸம்யோகம் தீவிரமாக நடந்தேறி அதிக உஷ்ணத்தை விகாரமண்டலத்தில் வியாபிக்கச் செய்யும். அவ்விதஞ் செல்லச் செல்ல, விகாரமண்டலத்திலுள்ள எரிவாயு முழுவதும் எரியத்துடங்கும். எரிநிலைக்குக் குறைவாக உஷ்ண நிலையிருக்குமேயாகில், ஸம்யோகம் மெதுவாகவே நடக்கும். ஸம்யோகத்தால் ஏற்படும் உஷ்ணமும் பரவிச் சென்றுவிடும். ஆதலால் ஒருபொழுதும் எரிதலுக்குரிய உஷ்ணநிலை ஏற்படவே ஏற்படாது. ஆனால் விகார உஷ்ண நிலையை எரிநிலைக்கு மேற்பட்டுக்கொண்டுபோக, எரிதலாவது வெடியாவது எல்லா விகாரங்களிலும் உண்டாகிவிடுமென்று பொதுவாய்ச் சொல்ல இடமில்லை. அது விகார மண்டலத்தின் உஷ்ணசாரத்தை (Thermal behaviour) பொறுத்திருக்கும். ஸம்யோகத்திலுண்டாகும் உஷ்ணம் விகாரமண்டலத்தை எரிநிலைக்கு மேற்பட்டுச் சூடுசெய்யப் போதுமானதாயிருந்தால் எரிதல் தொடங்குங் கணத்திலிருந்து, அதன்பின் வெளியிலிருந்து சூடேட்டப்படாமலேயே, எரிதல் நடந்துகொண்டேயிருக்கும். இப்போக்கு உஷ்ணம் வெளிவிடும் விகாரங்களிலேதான் காணப்படும். ஸம்யோகத்திலுண்டாகும் உஷ்ணம், எரிநிலைக்குக் குறைவுபட்ட நிலையிலிருக்குமேயாகில், வெளியிலிருந்து சூட்டை இடைவிடாது ஊட்டிக்கொண்டிருந்தால் தான், ஸம்யோகம் நடந்துகொண்டேபோகும். பாக்கிய ஜனகமும் பிராணவாயுவும் மின்பொறிகொண்டு தாக்கப்

படும்பொழுது அவை ஸம்யோகிப்பது, மேற்கண்ட நியாயத்திற்கு ஓர் உதாரணம்.

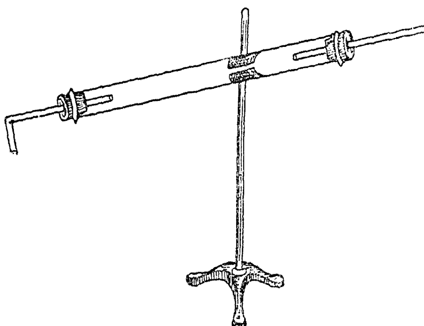
எரிநிலைகளைச் சோதித்தளப்பதில் அநேக சிரமங்களிருக்கின்றன. திடஸ்திதியிலுள்ள எரிபொருள்களைக் கவனிக்குமிடத்து, அப்பொருள் எவ்வளவில் பொடியாக்கப்பட்டிருக்குமென்பதை முக்கியமாய்க் கவனிக்கவேண்டும். உதாரணமாக, வெள்ளைப் பாஸ்வரத்தின் எரிநிலை 35°ச என்று சொல்லுகிறோம். ஆனால் கரிகந்தகத்திராவகத்திற் கரைபட்ட அப்பாஸ்வர விலயனத்தை ஆவியாய்ப் பரிணமிக்கச் செய்ய, நுண்ணிய துளிகளாகப் படியும் பாஸ்வரம் சாதாரண உஷ்ண நிலையிலேயே பற்றி எரிவதை நாம் முன் பார்த்திருக்கிறோம். எரிவாயுக் கலவைகளைக் கவனிக்குமிடத்து அவற்றின் எரிநிலைகள் அவையிருக்கும் உபகரணங்களுடைய உட்பக்கங்களின் அமைப்பைப் பொறுத்தும் இருப்பதாக வெளியாகிறது.

உதாரணமாக, மின்சார வாயுக்கலவையின் ($2H_2 : O_2$) எரி நிலை 518°ச.-லிருந்து 845°ச.-வரை பலவிதமாகப் பல புஸ்தகங்களில் குறிக்கப்பட்டிருக்கிறது. தொட்டு நிற்குங் குழாய்கள் விகாரத்தைப் பாதிக்காத முறையில் "டிக்ஸன்" (Dixon) என்பவர் பல பொருள்களின் எரிநிலைகளைச் சோதித்தளந்திருக்கிறார்.

சாதாரண எரிவாயுக்களின் சராசரி எரி நிலைகளை அடியிற்கண்ட ஜாப்தாவிற் காண்க.

எரிவாயுக்கள்	பிராணவாயுவில் எரி நிலை	காற்றில் எரி நிலை
அப்ஜனகம்.	585°ச.	585°ச.
ஈரம் பொருந்திய இங்காலு-ஏக-பிராணை	650°ச.	651°ச.
அஸெடிலீன்	428°ச.	429°ச.
அப்ஜனக-கந்தகை	227°ச.	364°ச.

பாஸ்வர-அப்ஜனகை, நுண் பொடியாயுள்ள எரி-ஸீஸம் அல்லது எரி-கரி (Pyrophoric Lead or Carbon) என்பவைபோன்ற சில பொருள்களின் எரிநிலைகள் சாதாரண உஷ்ணநிலைக்குக் குறைவாயிருக்கின்றன.

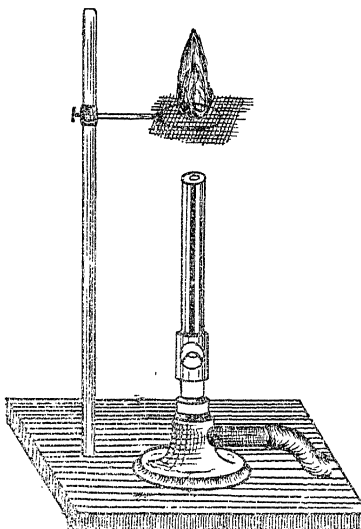


வெடிமிச்ர வாயுக்கள்

படம் 164

எரிநிலை விஷயமான உண்மைகளையறியச் சில சோதனைகளைச் செய்து பார்க்கலாம். படத்திற் காட்டிய படி, 25 அங்குல நீளமும் ஓர் அங்குல குறுக்களவுமுள்ள 'அ' என்னுங்குழாயை இரும்புத்தாங்கியில் சிறிது சாய்ந்த வசத்தில் பிடிப்பிலமைக்கவும். இரு நுனிகளிலும் 'க', 'ச' என்ற குழாய்களை ரப்பர்-தக்கை கொண்டமைக்கவும். 'க' என்னுங் குழாயின் உட்புறக் குறுக்களவு 6 ஸ. மீ. இருக்கவேண்டும். 'க' என்பதன் வழியாக எரிவாயுவைச் செலுத்தி 'அ' என்னுங் குழாயில் எரிவாயுவை நிரப்பு. பிறகு 'க' என்னுமிடத்தில் கொளுத்திவிட்டு, 'ச' என்னும் குழாயை யெடுத்துவிடு. 'க' வின் வழியே சுடர் கீழே சென்று 'அ' விலுள்ள எரிவாயுவைக் கொளுத்தி வெடிக்கச் செய்யும். 6 ஸ. மீ. குறுக்களவுள்ள குழாய்க்குப் பதிலாக 3 ஸ. மீ. குறுக்

களவுள்ள குழாயை உபயோகப்படுத்தி முன்போல் சோதனையைச் செய். ‘அ’ விற்கு வருமுன்னால் சுடரணைந்துவிடும். ‘ச’ என்னுமிடத்திற் கொளுத்திவிட வெடியேற்படும். இதனால், குறுகிய குழாயின் வழியாகச் சுடர் கீழ் நோக்கிவரும்பொழுது எரி நிலைக்குக் குறைவான உஷ்ண நிலைக்குக் குளிர்ந்துவிடுகிறதென்று நாம்



சுடர்ச்சல்லடை

படம் 165

தெரிந்துகொள்ளுகிறோம். இதை வேறொரு சோதனையாலும் காட்டலாம். புன்ஸன் அடுப்புக்குமேல் கம்பிச் சல்லடையை முக்காலிமேற் படியவை. எரிவாயுவைத் திறந்துவிட்டுக் கம்பிச் சல்லடைக்குமேல் ஒரு எரி கொள்ளியைக் கொண்டுவா. சல்லடைக்குமேல் எரிவாயு எரியும். சுடர் சல்லடை வழியாகக் கீழே செல்லுவதில்லை.

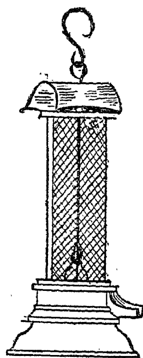
சல்லடையிலிருக்கும் கம்பிகள் நல்ல உஷ்ணவாஹிகளாகை யால் உஷ்ணம் பரவி வெளியேறிவிடும். சல்லடைக்குக் கீழேயுள்ள எரிவாயு-காற்றுமிச்ரம் எரிநிலைக்குச் சூடு செய்யப்படுவதில்லை. ஆனால் சல்லடையை முதலில் பழுக்கச் சூடு செய்து, பின்பு முன்போல் சோதனையைச் செய்ய, சுடர் சல்லடை வழியாகக் கீழே செல்லுவதைப் பார்க்கலாம்.

இவ்விதச் சோதனைகளின் பயனாக டேவி (Davy) சுடர்ச்சல்லடைகளையும் (Flame sieves) சுரங்கத்தில் வேலைசெய்பவர்களுக்கு அனுகூலமாயிருக்கும் அபய விளக்கையும் (Safety lamp) கண்டுபிடித்தார்.

அவ்வுபகரணத்தினடியில் எண்ணெய் விளக்கு அமைக்கப்பட்டிருக்கும். 6 அங்குல உயரமும் $1\frac{1}{2}$ அங்குலக் குறுக்களவுமுள்ள கம்பிச் சல்லடைக் குழாய் திரியைச் சுற்றி நிற்கும். கம்பிச் சல்லடையில் ஒவ்வோரங்குல நீளத்திற்குள்ளும் 28 கண்களிருக்கும். விளக்கின் மேற்பாகத்தில் இரு கம்பிச் சல்லடைகளாற் செய்யப்பட்ட மூடி யிருக்கும். விளக்கு திறந்துகொள்ளாவண்ணம் அதில் ஒரு பூட்டமைக்கப்பட்டிருக்கும். அதன் அடிபாகத்தின் வழியாகவே காற்றுப் புகும். எரிவதாலுண்டாகும் வாயுப் பொருள்கள் யாவும் மேற்பாகத்தின் வழியாய் வெளியேறும்.

சுரங்கத்தில் காற்றுடன் சதுப்புநிலவாயு, நுண்ணிய கரித்தூள் முதலியவை சேர்ந்துகொள்ளலாம். அக்கலவை வெடிக்குங் குணமுடையது. சாதாரண விளக்கைச் சுரங்கத்திற்குள் கொண்டுபோக, அதன்சுடரால் வெடி-மிச்ரம் கொளுத்திவிடப்பட்டு, பெரியவெடியுமுண்டாகிவிடும். அத்தகைய சந்தர்ப்பங்கள் பல நேரிட, பலர் உயிரிழந்திருக்கின்றனர். அவ்வெடிமிச்ரமிருக்குமிடத்திற்கு 'டேவி அபய விளக்கை'க் கொண்டுபோக, வெடி-மிச்ரவாயு சல்லடையின் வழியே சென்று விளக்கிற்குள்

ளெரியுமேயொழிய, அவ்விளக்கின் சுடர் சல்லடையி னின்று வெளிப்பக்கம் வியாபித்து வெடிமிச்ர வாயுவைக் கொளுத்திவிடாது.



டேவி அபய விளக்கு

படம் 166

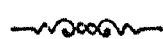
கம்பிச்சல்லடை சுடரை உள்ளிருந்து வெளிவராமல் தடுத்துவிடும். விளக்கு எரிந்து வெளிச்சத்தைக் கொடுத் துக்கொண்டிருக்கும். டேவி விளக்கு பல உயிர்களைக் காப்பாற்றிக்கொண்டேயிருக்கிறது. அவ்விளக்கைக் கண்டுபிடித்ததற்காக, டேவி பல நன்கொடைகளையும் பரிசுகளையும் பட்டங்களையும் பெற்றார். வெடிவாயு மிச் ரத்தின் சங்கலனத்தையும் டேவி விளக்குச் சுடரின் அமைப்பிலேற்படும் மாறுபாடுகளிலிருந்து ஒருவகையா கத் தெரிந்துகொள்ளலாம். வெடி-மிச்ரவாயுவிருக்க, சுடர் முதன் முதலில் படபடப்புடனடிக் குதிக்கத் தொடங்கும். வெடிமிச்ரத்தின் அளவு அதிகமாக ஆக, சுடர் நீண்டு கொண்டேபோய் புகைந்தெரியும். சில சமயங்களில், சுடர், திரியைவிட்டு நீங்கி விளக்கின் மேற்பாகத்திற் சற்று நீல வொளியுடன் எரியும். அதற்கு "மரண-வெளிச்சம்"

(Corpse-light) என்று சுரங்கக்காரர்கள் பெயரிட்டிருக்கின்றனர். அவ்வெளிச்சம் அபாய நிலையை அறிவிப்பது. சில சமயங்களில் அதன் சுடர் அணைந்தும்விடலாம். விளக்கிலுள்ள கம்பிச்சல்லடை நன்றாய்ச் சூடாகிவிட்டாலும், தற்செயலாய் ஒரு காற்று வந்தடித்து சுடரைச் சல்லடைக்கு வெளியிலொதுக்கிவிட்டாலும் வெடிமிச்ரங் கொளுத்தப்பட்டு வெடியுண்டாகலாம்.

சில எரிபொருள்களின் தாபபெறுமானங்களைக் கீழே குறிப்போம். ஒரு கிராம் எடை எரிபொருளெரிவதினுண்டாகும் உஷ்ணத்தையே அவ்வெரிபொருளின் தாபபெறுமானம் (Calorific value) என்போம். தெரிந்த எடையில் ஒரு பொருளையெடுத்து, உரிய தாபமானி யந்திரத்தில் (Calorimeter) பிராணவாயுவில் எரியும்படி செய்து அதன் தாபபெறுமானத்தை அளவிடலாகும்.

எரிபொருள்		ஒரு கிராம் கொளுத்தும் உஷ்ணம் (தாபாங்க அளவில்)
அஸ்படிக-கரி	...	8080
என்ஜின் கரி	...	9200-9800
இங்காலம் → இங்கால-ஏக-பிராணையாக மாறும்பொழுது	...	2410
இங்கால-ஏக-பிராணை	...	2430
அப்ஜனகம் தண்ணீராக மாறும் பொழுது	...	34200
சதுப்புநில வாயு	...	13250
அஸெடிலீன்	...	11900

அத்தியாயம் 36



சிலகமும் போறனமும்[1]

சிலகம் (Silicon)

சின்னம் Si. பரமாணுபாரம் 28·06.

சரித்திரம் :—பிண்ட நித்யத்வத்தை நிரூபித்துக் காட்ட, வான் ஹெல்மண்ட் என்பவர் (1577-1644) சிலக-பிராணையை (SiO_2) ஆதாரமாக எடுத்துக்கொண்டார். சிலக-பிராணையைத் தெரிந்த எடையிலெடுத்து, அதை க்ஷாரங்களுடன் சேர்த்து உருக்கி, விகாரத்திலுண்டான "கண்ணாடியை" தண்ணீரிற் கரைத்து, விலயனத்துடன் அமிலத்தைச் சேர்த்து, சிலக-பிராணையை அவபாதித்து, அதை வடிகட்டி எடுத்து, ஈரம்போகச் சூடு செய்து பின்பு நிறுத்துப்பார்த்தார். முதலில் எடுத்துக்கொண்ட எடைக்கும், கடைசியிலடைந்த பொருளின் எடைக்கும் வித்தியாசமில்லாமலிருந்ததைக் கண்டார். பெக்கர் (Becher) என்பவர் சிலக-பிராணையை ஒரு மண் என்று கருதி அதை, 'கண்ணாடி மண்' (terra vitrescibilis) என்று அழைத்தார் (1655). ஆனால் அதனிடத்தில் அமிலகுணமிருப்பதை டாகினியஸ் (Tachenius) என்பவர் கண்டார் (1660). லவாசியர் (1787) அவ்வஸ்து அதுவரை கண்டுபிடிக்கப்படாத தனிப்பொருளின் பிராணையாக யிருக்க வேண்டுமென்று எண்ணினர். அவ்வெண்ணத்திற்கேற்றவாறே, கே-லூஸாக்கும் தீனர்டும் (1809-1811) சிலக-சதுர்-காசாதையைப் பொட்டாஸியத்துடன் விகாரிக்கச் செய்து, சிலகத்தை அபக்குவமான நிலையில் தயாரித்தனர்.

---

[1] சிலகமும் போறனமும் வெவ்வேறு கணத்தைச் சேர்ந்தனவாயிருந்தும், அவற்றின் பல குணங்கள் ஒன்றுபட்டிருப்பதால் அவற்றை ஒரே அத்தியாயத்தில் படிப்போம்.

பெர்ஸீலியஸ் (1823) பொட்டாஸிய-சிலகோ-காசாதையை (K_2SiF_6) பொட்டாஸியத்துடன் விகாரிக்கச் செய்து, சிலகத்தை அதிக அளவில் தயாரித்து, அதன் பரமாணு பாரத்தையுங் கண்டுபிடித்தார். அதை ஓர் உலோகமாக அவர் மதித்தார். ஆனால் பல சோதனைகளின் பயனாக, டேவி, அது ஓர் அலோகத் தனிப்பொருளென்றும், இங்காலத்தின் குணங்களையொத்த குணமுடையதென்றுங் காண்பித்தார். சிலா (கல்) என்பதிலிருந்து வருகின்றபடி இதற்கு சிலகம் என்று பெயரிட்டோம். மணலில் இதுவே மூலமாக நிற்பதால் இதற்கு 'மணலியம்' என்ற பெயரும் பொருத்தமாகும்.

சம்பவம் :—பிராணவாயுக்கடுத்தபடியாக, இவ்வுலகிலமைந்த தனிப்பொருள்களுக்குள், சிலகம் அதிக அளவில் உளது. பெரும்பான்மையாய், அது சிலக-துவி-பிராணையாகவும் சிலகிகஜமாகவும் காணப்படுகிறது. இயற்கையில் அநேக அழகான சிலக-பிராணை ஸ்படிகங்கள் அதிக அளவில் காணப்படுகின்றன. சிலகம் தனித்தகப்படுவதில்லை. உயிர்ப் பிராணிகளின் இசை ஜவ்வுகளிலும், தாவரவர்க்கத்தைச் சேர்ந்த நார்களிலும் அது சிறிதளவில் காணப்படுகிறது. "கெய்சில்கர்" (Kiesulghur) என்று சொல்லப்படும் வெள்ளை மண் பிராணிகளிலிருந்துண்டானதே. இன்னும் வைக்கோல், கரும்பு, பிரம்பு, மூங்கில் முதலியவற்றின் வெளிப்பகுதியை மூடி நிற்கும் மினுக்கமான படலம், தாவரங்கள் அநேகம் நிலத்திலிருந்து சிலிகாமிலத்தை வாங்கி அவற்றின் தாளின் வெளிப்பகுதியில் சேர்க்கும் என்பதற்கு உதாரணமாகும். எலும்பு உடலுக்கு பலமாயிருப்பதுபோல் தாவரங்களுக்கு சிலிகாமிலம் பலம். சில இறகுகளில் 40% சிலக-பிராணை அடைந்துளது.

இயற்கையிலகப்படும் சில முக்கிய சிலகப் பொருள்களாவன :—(1) ஸ்படிகக்கல் (Quartz), (2) புகை-ஸ்படிகக்கல் (Smoky quartz), (3) பால்-ஸ்படிகக்

கல் (Milky-quartz), (4) பாறை-ஸ்படிகம் (Rock-crystal), (5) உரைகல் அல்லது கட்டளைக்கல் (Touch-stone), (6) விமலகம் (ஓபால்) (Opal), (7) சிக்கிமுக்கிக்கல் அல்லது தீத்தட்டிக்கல் அல்லது நெருப்புக்கல் (Flint), (8) வைரமணிக்கல் (Chalcedony), (9) சூரியகாந்தக்கல் (Sunstone or Jasper), (10) மணல் (Sand).

மேற்கண்டவைகளிற் சிலவும் மற்றுஞ் சில கல்வகைகளும் சிலக-துவி-பிராணையும் தண்ணீரும் வேறு சில பொருள்களுஞ் சேர்ந்த தாதுக்களாம்.

பூமியிலகப்படும் சில சிலகிகஜங்களின் பெயர்களையுங் கீழே குறித்துக் காட்டுவோம்.

(1) ஆர்தோக்ளேஸ் (Orthoclase) $K_2OAl_2O_36SiO_2$. (2) பெல்ஸ்பார்-வகைகள் அல்லது களிக்கல்கள் (Felspars). உதாரணம்: சந்திரகாந்தம் (Moonstone) பெல்ஸ்பார் வகையில் பச்சை நிறமுடையது. (3) அய-மாக்னீஸிய-சிலகிகஜங்கள். (Ferromagnesium silicates).

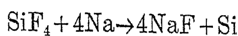
(1) என்ஸ்டடைட் (Enstatite) $MgSiO_3$, (2) ப்ரான்ஸைட் (Bronzite) $MgSiO_3$ $FeSiO_3$, (3) ஹைபர்ஸ்தீன் (Hypersthene) $FeSiO_3$, (4) அப்பிரக (Micas) வகைகள் (உ-ம்.) கிருஷ்ணப்பிரகம், கெந்தகாப்பிரகம், தேனப்பிரகம், பொன்னப்பிரகம், வெள்ளியப்பிரகம் முதலியன. வெள்ளியப்பிரகம் (Potash-mica) $K_2OAl_2O_3SiO_2H_2O$ நெல்லூர் ஜில்லாவிலகப்படுகிறது. பொன்னப்பிரகத்தில் (Lepidolite) லிதியமிருக்கும். கிருஷ்ணப்பிரகத்தில் (Biotite) இரும்பும் மாக்னீஸியமுமிருக்கும். பொட்டாஸியமும் சில சமயங்களிலிருக்கலாம். (4) வெள்ளைக் களி (White-clay), (5) கல்நார் (Asbestos).

சிலகமும் அதன் சேர்க்கைப்பொருள்களும்

கல், பாறை, மணல் முதலிய சிலகப் பொருள்கள் மிகவும் நிலையுள்ளவை. சிலகம், சிலகமின்னணு (Silicon-ion) வாக இருப்பதில்லை. சிலகப் பொருள்கள் தண்ணீ

ரிற் கரையாமலிருக்கும்; அல்லது அவை நீர்விபோக மடைந்து சிலக-பிராணியாகவாவது, சிலகிகஜங்களாகவா வது மாறும். சிலகம் மூன்றாவது கணத்திலுள்ள பொற னத்தையும், தன்னுடைய கணத்தில் முதலிலிருக்கும் கரியையும், பலவிதங்களில் ஒத்திருக்கிறது. ஆனால் கரி யைப்போல் அது தனித்தகப்படுவதில்லை. கரியைப்போல் அவ்வளவெளிதாகவும் அதைத் தயாரிக்க முடியாது. ஏனென்றால் சிலக-பிராணி (SiO_2) மிக்க நிலையுள்ள பொருள். எளிதில் அது விபாகிப்பதில்லை. கரியைப் போல், சிலகமும், சங்கிலியமைப்புள்ள சில சிலகப்பொருள் களைக் கொடுக்கவல்லது. ஆனால், சிலகப் பரமாணுக்கள் நேரே ஸம்யோகிக்கும் குணமுடையவையல்ல. சிலகப் பொருள்களின் அணு அமைப்புக்களில் இரண்டு சிலக பரமாணுக்களுக்கிடையே பிராணவாயுவைச் சாதாரண மாகக் காணலாம். சிலகம் இங்காலத்தைப்போல் சதுர்-ஸம்-யோக சக்தியுடைய தனிப்பொருள். தாவர, விலங்கு சம்பந்த ரஸாயன சாஸ்திரத்தில் கரி வகிக்கும் ஸ்தானத்தை சிலகம் கனிஜ ரஸாயன சாஸ்திரத்தில் வகிக்கிறது. இங் கால-அப்ஜனகைகள் அதிகம், பிராணிகள் குறைவு. சிலக-அப்ஜனகைகள் குறைவு, முக்கியமானவையுமல்ல; சிலக-பிராணிகள் அதிகம், கனிஜ ரஸாயனத்தில் நிலை தூக்கி நிற்பவை.

தயாரித்தல் :— (1) சிலக-சதுர்-ஹரிதகத்தையே னும், பொட்டாஸிய-சிலகோ-காசாதையையேனும் பொட் டாஸியத்துடனாவது வேறெந்த க்ஷார உலோகத்துடனா வது சூடு செய்ய, அஸ்படிக சிலகம் உண்டாகும்.



$$SiF_4 + 4Na \rightarrow 4NaF + Si$$

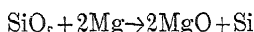


$$K_2SiF_6 + 4K \rightarrow 6KF + Si$$

விகாரத்தின் முடிவிற் காணப்படும் பழுப்பு நிறமுள்ள பிண்டத்தை, தண்ணீராலும் அப்ஜ-காசாதிகாமிலத்தா லுங் கழுவி, செஞ்சூட்டில் ஈறமறச் செய்து, மறுபடியும்

சுத்த தண்ணீராற் கழுவி, ஈரமற உலர்த்திச் சிலகத்தை யடையலாம்.

(2) கூழாங்கற்பொடி, மண் முதலியவைகளில் ஏதேனும் ஒரு சிலக-பிராணையை மாக்னீஸியத்துடன் கடுமையாய்ச் சூடுசெய்து, விகாரத்தின் விளைபொருளை அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தாற் கழுவ, மாக்னீஸிய-பிராணை யும் மாக்னீஸிய-சிலகையும் கரைந்துவிடும்; சுத்தமான சில கம் மீதி நிற்கும்.



$$SiO_2 + 2Mg \rightarrow 2MgO + Si$$

(3) அஸ்படிக சிலகத்தை உருக்கிக் குளிரவிட்டு ஸ்படிக வகையாக்கலாம். அல்லது அஸ்படிக வகையை உருகிய அலுமீனியத்திலாவது நாகத்திலாவது கரைத்து ஸ்படிகீகரண முறையால் ஸ்படிக வகையை அடையலாம். இங்கு அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தினுதவிகொண்டு உலோகத் தைச் சிலகத்தினின்று நீக்கிவிடலாம். தொழில் முறை யில், ஸ்படிகக் கற்றுண்டுகளைச் சுட்ட கரியுடன் சேர்த்து மின்னுலையிற் சூடுசெய்து சிலக ஸ்படிகங்களைத் தயாரிக் கின்றனர். இங்கு கரி அதிகமிருப்பின் கார்போரண்ட மும் உண்டாகிவிடும்.

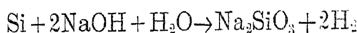
அஸ்படிக சிலகத்தின் குணங்கள்:—சிலகம் இரு வகைப்படும் (1) அஸ்படிக சிலகம், (2) ஸ்படிக சிலகம். அஸ்படிக சிலகம் பழுப்புநிறமுள்ள பொடி. அதன் திண்மை 2·35. அதைக் காற்றிலாவது பிராணவாயுவிலா வது சூடுசெய்ய, அது எரிந்து சிலக-பிராணையாக மாறும். அச்சிலக-பிராணை ஆவியாய்ப் பரிணமிக்காத பொருளா கையால், சிலகத்துண்டின்மேற் படிந்து, எரிதலை நடக்க வொட்டாமல் தடுத்துநிற்கும். அது காசாதத்துடன் சாதாரண உஷ்ணநிலையிலும், ஹரிதகத்துடன் 450°ச-லும், இரக்தகத்துடன் 450°ச-லும், பாடலகத்துடன் செஞ்சூட் டிலும் ஸம்யோகித்து SiX_4 என்ற சங்கேதமுடைய (X= ஹரிதக இனம்) பொருள்களைக் கொடுக்கும்.

அதை மின்னுலையில் உருக்கிக் கொதிக்கவிட முடியும். அதன் உருகுநிலை 1550°ச. அதிக உஷ்ணநிலையில் அது ஒரு வீரிய க்ஷயகாரி. உதாரணம்:—பாஸ்வர-பஞ்ச-பிரா ணையை பாஸ்வர நிலைக்குக் குறைக்கும். அது அப்ஜனக-காசாதை திரவத்தில் எளிதிற் கரையும்; அது கரையும் பொழுது அப்ஜனகம் வெளியேறும்; அப்ஜ-காசாதேர சிலகிகாமிலம் (Hydrofluosilicic acid) உண்டாகும்.



$$Si + 6HF \rightarrow H_2SiF_6 + 2H_2$$

அமில விலயனங்களில் சிலகங் கரையாது. பாக்கிப காமிலமும் அப்ஜ-காசாதிகாமிலமுஞ் சேர்ந்த கலவையில் அது எளிதிற் கரையும். கொதிக்கிற க்ஷார விலயனங்க ளில் அது கரைந்து, அப்ஜனகத்தை வெளியேற்றி, க்ஷார-சிலகிகஜமாக மாறும்.



$$Si + 2NaOH + H_2O \rightarrow Na_2SiO_3 + 2H_2$$

ஸ்படிக-சிலகத்தின் குணங்கள்:—ஸ்படிக சிலகம் கருஞ்சாம்பல்நிறமுள்ள ஒளி ஊடுருவாத அஷ்டமுக ஸ்படி கங்களாகக் காணப்படும். அதன் திண்மை 2·1-லிருந்து 2·49 வரையிருக்கலாம். சிலக ஸ்படிகங்களின் வழியே மின்சாரம் சிறிதளவு செல்லும். அஸ்படிக சிலகம் மின் சாரவாஹியல்ல. ஸ்படிக சிலகம் வெகு கடினமானது; கண்ணாடியைக் கீறுங் குணமுடையது. ரஸாயன குணங் களில் அது அஸ்படிக சிலகத்தைவிடச் சற்று மந்தமா னதே. ஸ்படிக சிலகம் பிராணவாயுவில் எளிதில் எரியாது. அஸ்படிகவகை எளிதில் எரியும். ஸ்படிக சிலகம் சிறிதளவு உலோகத்தன்மையைக் காட்டும். அது சில உலோகங் களுடன் சேர்ந்து உலோகக்கலவைபோன்ற பொருள்களைக் கொடுக்கும். (வைரத்தின் குணங்களையும் கரியின் குணங் களையும் கவனி.)

சிலகைகள் (Silicides):—முக்கியமாக இரண்டு சிலகைகள் வியாபார முறையில் தயாரிக்கப்பட்டு உபயோ கிக்கப்படுகின்றன. (1) இங்கால-சிலகை அல்லது கார்

போரண்டம் SiC. அதைப்பற்றி, இங்காலத்தைப்பற்றிய அத்தியாயத்தில் விவரித்தோம். (2) அய-சிலகம் (Ferro-silicon) சிலகிகஜங் கலந்த இரும்பு தாதுக்களை மின்னுலையிற் சூடுசெய்து க்ஷயீகரிக்க, உண்டாகும். இரும்பை அமிலங்கள் எளிதில் தாக்காமலிருக்கும்பொருட்டு அதனுடன் அய-சிலகம் சேர்க்கப்படும். கந்தகிகாமிலத்தை வற்றவைக்குங் கிண்ணங்களைச் செய்ய அக்கலவை உபயோகிக்கப்படுகிறது.

அப்ஜனக-சிலகைகள் (Hydrogen Silicides):—இங்காலத்தைப்போல், சிலகமும் அப்ஜனகத்துடன் ஸம்யோகித்துப் பல அப்ஜனக-சிலகைகளைக் கொடுக்கும்.

சிலகோ-மீதேன் அல்லது ஸிலேன் (Silicomethane or Silane) SiH_4:— மாக்னீஸிய - சிலகையுடன் Mg_2Si சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தைச் சேர்க்க, தானுகவே பற்றியெரியக்கூடிய ஒரு வாயு வெளிக்கிளம்பும். அவ்வாயுவில் சிலகோ-மீதேனும் SiH_4 சிலகோ-ஈதேனும் Si_2H_6 (வாயுக்கலவை தானே பற்றியெரிவதற்குக் காரணம் இதுவே) அப்ஜனகமும் இருக்கும். வெளிவரும் வாயுவை திரவக் காற்றில் குளிரச் செய்ய, அப்ஜனக-சிலகைகள் திரவமாகிவிடும்; அப்ஜனகம் வெளியேறிவிடும். இரு சிலகைகளையும் பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல் முறையால் பிரித்துச் சுத்திசெய்யலாம்.

குணங்கள் :—சிலகோ-மீதேன் SiH_4 நிறமற்ற ஒருவித மணமுள்ள வாயு. சூடுசெய்ய, அது பற்றியெரியும். அது எரியும்பொழுது சிலக-பிராணையும் தண்ணீரு முண்டாகும். அவ்வாயுவை க்ஷார விலயனத்திற் செலுத்த, அப்ஜனகவாயு விரைவாய்க் குமிழித்து வெளிவரும்; க்ஷார சிலகிகஜமுண்டாகும்.



$$SiH_4 + 2KOH + H_2O \rightarrow K_2SiO_3 + 4H_2 \uparrow$$

400°ச-க்கு மேல் அவ்வாயுவைச் சூடுசெய்ய, அது அதன் தனிப்பொருள்களாக விபாகித்துவிடும்.

சிலகோ-ஈதேனின் குணங்கள் சிலகோ-மீதேனின் குணங்களையொத்தவை. அது 250°ச-லேயே விபாகித்து விடும்.

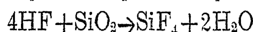
இன்னும் Si_3H_8, Si_4H_{10}, Si_5H_{12}, Si_6H_{14} என்ற சங்கேதங்களையுடைய அப்ஜனக-சிலகைகளும் தயாரிக்கப் பட்டுள்ளன.

சிலகமும் ஹரிதக இனங்களுஞ் சேர்ந்த பொருள்கள் (Compounds of Silicon with the Halogens)

சிலக-காசாதை (Silicon fluoride):—(1) மாய்ஸான் என்பவர் சிலகத்தையும் காசாதத்தையும் நேரே ஸம்யோகிக்கவிட்டு சிலக-காசாதையைத் தயாரித்தார். (2) மணலை அப்ஜ-காசாதிகாமிலத்துடன் சூடு செய்தாலும் அல்லது கால்ஸிய-காசாதையையும் (CaF_2) மணலையுஞ் சேர்த்துச் சண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் சூடு செய்தாலும் சிலக-காசாதையுண்டாகும்.



$$2CaF_2+2H_2SO_4 \rightarrow 2CaSO_4+4HF$$



$$4HF+SiO_2 \rightarrow SiF_4+2H_2O$$

முதல் விகாரத்தில் வெளிவரும் அப்ஜனக-காசாதை மணலைத் தாக்குவதால் சிலக-காசாதையுண்டாகும்; இது நீர்வியோகமடையும். அப்ஜனக-காசாதை கண்ணாடியைத் தின்பது இக்காரணத்தாலேயே.

(3) பேரிய-சிலகோகாசாதையைச் சூடு செய்து சுத்தமான சிலக-காசாதையைத் தயாரிக்கலாம்.

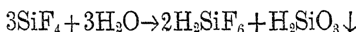


$$BaSiF_6 \rightarrow BaF_2+SiF_4$$

துளியேனும் ஈரமில்லாத இரஸத்திற்குமேல் அதைச் சேகரிக்கலாம்.

குணங்கள் :—சிலக-காசாதை ஒரு நிறமற்ற, திக்கு முக்காடப்பண்ணும் மணமுள்ள வாயு. ஈரம் பொருந்திய காற்றில் அது புகையும். அதிக உஷ்ணநிலையிலும் அது

விபாகிக்காமல் நிலையுள்ளதாயிருக்கும். அதை ஒரு விடு குழாயின் மூலம் தண்ணீரிற் செலுத்த அப்ஜ-காசாதோசிலகிகாமிலமும் (Hydrofluosilicic acid) சிலகிகாமிலமும் (Silicic acid) உண்டாகும். சிலமிகாமிலம் அவபதிக்கும். மற்ற அமிலங் கரைந்துநிற்கும்.

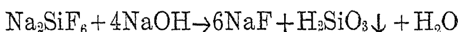


$$3SiF_4 + 3H_2O \rightarrow 2H_2SiF_6 + H_2SiO_3 \downarrow$$

சிலகிகாமிலம் விடுகுழாயின் நுனியை அடைத்துவிடு மாதலால் விகாரத்தை நடத்துமுன்பே, தண்ணீருக்கு அடியிற் சிறிதளவு இரஸத்தையூற்றி அதற்குள் விடு குழாயின் நுனி அமைந்திருக்கும்படி செய்யவேண்டும்.

அப்ஜ-காசாதோசிலகிகாமிலம் H_2SiF_6 (Hydrofluosilicic Acid)

மேலேகண்ட விகாரத்திலேற்படும் சிலகிகாமிலத்தை வடிகட்டிவிட, அப்ஜ-காசாதோசிலகிகாமில விலயனம் வடிதிரவத்திற் காணப்படும். அவ்வமிலம் சுத்தமான நிலையில் இதுவரை தயாரிக்கப்படவில்லை. சுண்டக் காயவைக்க, விலயனத்திலிருந்து சிலக-காசாதை வெளியேறி அப்ஜனக-காசாதை விலயனமே தங்கி நிற்கும். அவ்வமிலத்திற்குரிய உப்புக்களும் சூடு செய்யப்பட்டால் அங்ஙனமே விபாகிக்கும். பேரிய-சிலகோகாசாதை (Barium silico-fluoride) தண்ணீரிற் கரையாது. பொட்டாஸிய-சிலகோகாசாதையும் K_2SiF_6 மிகக் குறைந்த அளவிலேதான் தண்ணீரிற் கரையும். சிலகோகாசாதைகள் குளிர்ச்சியான க்ஷார விலயனங்களுடன் சம்பந்தப்பட, க்ஷார லோக காசாதையுண்டாகும்; சிலகிகாமிலம் அவபதிக்கும்.



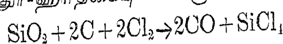
$$Na_2SiF_6 + 4NaOH \rightarrow 6NaF + H_2SiO_3 \downarrow + H_2O$$

மரக்கட்டைகளைச் சுண்ணும்புத் தண்ணீரில் நனைத்துவைத்துப் பின்பு, அப்ஜ-காசாதோசிலகிகாமில விலயனத்தில் நனைத்தால், மரத்தின் மேல்பாகமெல்லாம் நன்றாய் மெருகிட்ட கல்லைப்போல் தோன்றும். அவ்வமில விலய

னத்தை ஓர் ஔஷதமாகவும் கிருமிநாசனியாகவும், காகிதந் தயார் செய்யுமுறையிலும் உபயோகிக்கிறார்கள்.

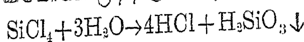
சிலக-சதுர்-ஹரிதகை $SiCl_4$ (Silicon Tetrachloride)

(1) தனிப்பொருள்களை நேரே ஸம்யோகிக்கவிட்டு அதைத் தயாரிக்கலாம். அல்லது மணலையுங் கரியையும் ஒன்று சேர்த்துப் பொடிசெய்து, அக்கலவையைச் சூடு செய்து அதன்மேல் ஹரிதகத்தைச் செலுத்துவதால் க்ஷயீகரணமும் ஹரிதகீகரணமும் (Chlorination) ஏற்பட, சிலக-சதுர்-ஹரிதகையுண்டாகும்.



$$SiO_2+2C+2Cl_2 \rightarrow 2CO+SiCl_4$$

குணங்கள் :—சிலக-சதுர்-ஹரிதகை ஒரு நிறமற்ற திக்குமுக்கடையப்பண்ணும் மணமுடைய திரவம். அதன் கொதிநிலை 57°ச. திண்மை 0°ச-ல், 1·52. ஈரம் பொருந்திய காற்றில் அது புகையும். தண்ணீருடன் அது சம்பந்தப்பட, நீர்வியோகம் முற்றிலும் ஏற்பட்டுவிடும்.



$$SiCl_4+3H_2O \rightarrow 4HCl+H_2SiO_3\downarrow$$

சூடான சிலகத்தின்மேல் அப்ஜனக-ஹரிதகையைச் செலுத்த, சிலகோ-க்ளோரோபாம், $SiHCl_3$, (Silico-chloroform) என்ற ஒரு நிறமற்ற திரவமுண்டாகும். அதன் கொதிநிலை 33°ச. அதனமைப்பு க்ளோரோபாமின் $CHCl_3$ அமைப்பை ஒத்திருப்பதைக் கவனிக்கவும்.

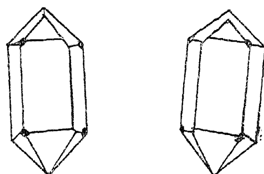
சிலக-சதுர்-இரக்தகையையும் $SiBr_4$ சதுர்-பாடலகையையும் SiI_4 ஹரிதகையைத் தயாரித்ததுபோல் தயாரிக்கலாம். இரக்தகை ஒரு நிறமற்ற திரவம். அதன் கொதிநிலை 130°ச. பாடலகை நிறமற்ற அஷ்டமுக ஸ்படிகங்களாகத் தோன்றும். அதன் உருகுநிலை 120·5°ச.

சிலக-துவி-பிராணை SiO_2 (Silicon Dioxide)

சம்பவம் :—முன்னூற் குறித்தபடி, சிலக-துவி-பிராணை, பூமியிற் பலவகைகளில் தனித்தும், இன்னுஞ் சில

பொருள்களுடன் சேர்ந்தும் அகப்படுகிறது. அதைப் பல அஸ்படிக வகைகளிலும், குறைந்தது ஏழு-ஸ்படிக வகைகளிலுந் தயாரிக்கலாம். இயற்கையில் அதிக அளவில் அது (1) ஸ்படிகக்கல்லாகக் (Quartz) கிடைக்கிறது. பாறைக்கல் ஸ்படிகங்களும் (Rock-crystal), சுகந்திக்கல் அல்லது செவ்வந்திக்கல்லும் (Amethyst), புகை நிற ஸ்படிகக் கல்லும் (Smoky quartz) ஸ்படிகக்கல் வர்க்கத்தைச் சேர்ந்தவை. (2) ட்ரைடிமைட்டும் (Tridymite), (3) க்ரிஸ்டோபலைட்டும் (Crystobolite) சிலக-பிராணையின் வேறு இரு ஸ்படிக வகைகள்.

பாறைக்கல் ஸ்படிகங்கள் அதிக அளவில் கிடைக்கின்றன. சுமார் 900°ச வரை மாறுபடாத நிலையிலேயே யிருக்கும். பெரிய அழகான அந்த ஸ்படிகங்கள் ஆறு பக்கங்களையுடையனவாயும் மேலுங்கீழும் நுனியாய் முடிகிறவையாயும் மாசற்ற கண்ணாடிபோல் தெளிவாயும் காணப்படுகின்றன. அதன் திண்மை 2·6. சில ஸ்படிகங்



இட, வல கல்-ஸ்படிகங்கள்

படம் 167

கள் துருவீகரணகிரணத்தை (Polarised light) வலப் பக்கமாகவும் சில ஸ்படிகங்கள் இடப்பக்கமாகவும் ஒதுக்கிக்காட்டுங் குணமுடையவை. ஆனதுபற்றியே துருவீகரணமானியை (Polarimeter) தயார் செய்வதில் அக்கற்கள் உபயோகப்படுகின்றன. கண்ணாடிபோன்ற அந்த ஸ்படிகங்களின் வழியே கண்ணுக்குத் தெரியக்கூடிய

வெளிச்சமும், கண்ணாடியாற் சோஷிக்கப்படும் அதிபாடல கிரணங்களும் (Ultraviolet radiations), அவரக்த கிரணங்களும் (Infrared radiations) ஊடுருவிச் செல்லும். ஆகையால் அந்த ஸ்படிகங்களால் முப்பட்டையான கண்ணாடிகளையும் (Prisms) கோளாங்கங்களையும் (Lenses) தயாரித்து, திருஷ்டி உபகரணங்களில் (Optical instruments—இவற்றை ஒளிக்கருவிகள் என்றுஞ் சொல்லலாம்) உபயோகிக்கிறார்கள்.

சாதாரண ஸ்படிகக் கற்களை 870°ச-க்குச் சூடுசெய்ய, ட்ரைடைமைட் ஸ்படிகங்களுண்டாகும். அவற்றின் திண்மை 2·3. அந்த ஸ்படிக வகை 1470°ச-க்குச் சூடு செய்யப்பட, க்ருஸ்டோபலைட்டாக மாறும்.

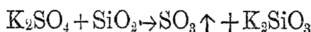
சிக்கிமுக்கிக் கல், 'ஓபால்' கல், வஜ்ஜிரக் கல் (agate), சூரியகாந்தக்கல் முதலியவை அஸ்படிக வகைகள்.

அஸ்படிக சிலகத்தை பிராணவாயுவிலெரித்தாவது, தண்ணீரிற் சிலக-காசாதையைச் செலுத்தும்பொழுது அவபதிக்கும் சிலகிகாமிலத்தைச் சூடு செய்தாவது, சுத்தமான சிலக-பிராணையைத் தயாரிக்கலாம்.

அஸ்படிக, ஸ்படிக சிலக-பிராணை வகைகள் யாவும் 1500°ச உஷ்ணநிலையில் இளக ஆரம்பித்து 1750°ச-ல் திரவமாக உருகிவிடும். மின்னுலையிற் சூடுசெய்ய, சிலக-பிராணை ஆவியாய்ப் பரிணமிக்கும். சிலக-பிராணையின் பிரசாரகுணனீயம் (Coefficient of expansion—இதைப் 'பெருக்க எண்' என்றும் கூறலாம்) மிகக் குறைவுபட்டதே (0·0000005). சிலக-பிராணைத்தண்டை நன்றாய் ஊதுகுழலின் சுடரிற் காய்ச்சி குளிர்ந்த தண்ணீரில முக்கினால், அது வெடித்து நொறுங்காது. கண்ணாடியை (அதன் பிரசார குணனீயம் 0·000008) அவ்விதஞ் செய்ய, அது சுக்குச் சுக்காய் நொறுங்கிவிடும். ஆனதுபற்றியே சிலக-பிராணையால் பல உபகரணங்கள் தயாரிக்கப்பட்டு, கண்ணாடிக்குப் பதிலாக சோதனைச்சாலைகளிற் பல அபூர்வ

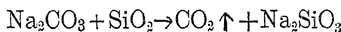
வேலைகளுக்கு உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. சுத்த சிலக-பிராணை வன்மையில் ரத்தினங்களுக்குக் கிட்டினதாகி, கண்ணாடியை இலகுவில் கீறும்.

சாதாரணமாக, அப்ஜ-காசாதிகாமிலத்தைத் தவிர, வேறெந்த அமிலமும் சிலக-பிராணையைத் தாக்கமுடியாது. ஆனால் உருகிய சிலக-பிராணையுடன் பாஸ்வரிகாமிலமும் க்ஷாரங்களும் விகாரிக்கும். சாதாரண உஷ்ண நிலையிற் சிலக-பிராணை ரஸாயன விகாரங்களிலீடுபட்டுக்கொள்ளாமல் மந்தமாயிருப்பினும், அதிக உஷ்ண நிலையில் அது நிர்ஜலாமிலமாக விகாரிக்கும். உதாரணமாக, பொட்டாஸிய-கந்தகிகஜத்தையும் சிலக-பிராணையையுஞ் சேர்த்துக் கடுமையாகச் சூடுசெய்ய, கந்தக-த்ரி-பிராணை (SO_3) வெளியேறும்; பொட்டாஸிய-சிலகிகஜம் தங்கிநிற்கும்.



$$K_2SO_4 + SiO_2 \rightarrow SO_3 \uparrow + K_2SiO_3$$

அதேவிதமாக ஸோடா உப்புடன் அதைச் சேர்த்துச் சூடுசெய்ய, கரியமிலவாயு வெளியேறும், ஸோடிய-சிலகிகஜம் தங்கிநிற்கும்.



$$Na_2CO_3 + SiO_2 \rightarrow CO_2 \uparrow + Na_2SiO_3$$

அது ஒரு நிர்ஜலாமிலம். அது கரைவது மெத்த அரிதாதலால் அதன் அமிலத்தன்மை தோன்றுவது அரிது.

உபயோகங்கள் :—ஸ்படிகக் கல்லாற் செய்யப்பட்ட கம்பிகள் சில மின்சார எந்திரங்களிலுள்ள மெல்லிய பாகங்களைத் தொங்கவிட உபயோகமாயிருக்கின்றன. இந்நாளில், கூஜாக்கள், குழாய்கள், மூசைகள் முதலிய ரஸாயன சாலையிலுபயோகப்படும் உபகரணங்கள் அதனாற் செய்யப்படுகின்றன. அவ்வுபகரணங்களிருவகைப்படும் :—(1) கண்ணாடிபோல் ஒளி ஊடுருவிச் செல்லக்கூடிய வகை. (2) ஒளி ஊடுருவிச் செல்லக்கூடாத வகை. கட்டடங்களுக்கு வேண்டிய கற்களையும், அம்மி, ஆட்டுக்கல் முதலிய அரைப்பதற்

குச் சாதகமாயுள்ளவைகளையும், சாணைக் கற்களையும் தயாரிப்பதில் சிலக-பிராணை (கல்) உபயோகப்படுகிறது. கண்ணாடிபோல் தெளிவாயும் பலநிறம் பொருந்தியனவாயுமுள்ள சிலக-பிராணை ஸ்படிகங்கள், ஆபரணங்களில், ரத்தினமணிகள் போலுபயோகிக்கப்படுகின்றன. கெய்சில்கர் என்னும் வெள்ளை மண்ணை மெருகு பொடியாகவும், சாந்து வகைகள் (Cements), கரையுங் கண்ணாடி (Soluble glass), டைனமைட் (Dynamite) என்னும் வெடி பொருள் (கெய்சில்கர் + நைட்ரோக்ளஸரின் = டைனமைட்) முதலியவைகளைத் தயாரிக்கும்பொழுதும் உபயோகிக்கிறார்கள். கண்ணாடியையும் பீங்கானையும் (Porcelain) தயாரிப்பதற்குச் சிலக-பிராணையே தாய்ச் சரக்கு.

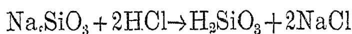
சிலகிகாமிலம் (Silicic acid)

சிலக-துவி-பிராணை அமிலகுணம் பொருந்தியது. ஆகையால் அது தண்ணீருடன் சேர்ந்து SiO_2H_2O அல்லது H_2SiO_3, SiO_22H_2O அல்லது H_4SiO_4......என்ற சங்கேதங்களையுடைய அமிலங்களைக் கொடுக்கவேண்டுமென்று எதிர்பார்க்கலாம். உண்மையில் $XSiO_2YH_2O$ என்ற பொது சங்கேதத்தையுடைய (X, Y இரண்டும் முழு எண்களைக் குறிக்கின்றன) பல அமிலங்களிருப்பதாகத் தெரியவருகிறது. ஆனால், இன்றுவரை எவரும் அவ்வமிலங்களைச் சுத்தமான நிலையில் தயாரித்ததில்லை. ஆயினும் அவ்வமிலங்களுக்குரிய சிலகிகஜங்கள் பாறைகளில் முக்கிய அம்சங்களாகக் காணப்படுகின்றன.

கரையக்கூடிய சிலகிகஜங்களுடன் நீரிட்ட அமிலங்களைச் சேர்க்க, கொழகொழப்பான சிலகிகாமிலம் அவபதிக்கும். அது தண்ணீரிலும் அமிலவிலயனங்களிலும் க்ஷார விலயனங்களிலும் இங்காலிகஜ விலயனங்களிலும் சிறிதளவு கரையும். ஸோடிய-சிலகிகஜ விலயனத்தை அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் மெதுவாகச் சேர்த்தால், அவபதிதம் ஏற்படுவதில்லை. அங்கு தெளிவான விலய

னமே காணப்படும். சிலகிகாமிலம் உண்மையாகக் கரையும் பொருளன்று. மேலே அடையப்பட்ட விலயனம் போலி விலயனமே. சுண்டின அமிலத்தைச் சேர்த்துக் குலுக்க, கொழுகொழுப்பான சிலகிகாமிலம் தோன்றும். அதைக் காற்றிலுலரவைக்க, மீதியிருக்கும் பொருளில் 16% தண்ணீரும், 100°ச-ல் உலரவைக்க 13% தண்ணீருங் காணப்படும். உலரவைத்த சிலகிகாமிலந் தண்ணீரிற் கரையாது. 500°ச-க்கு அவ்வமிலத்தைச் சூடுசெய்ய, தண்ணீர் முற்றிலும் நீங்கிவிடும்; நிர்ஜலாமிலமாகிய சிலக-துவி-பிராணையே மீதி நிற்கும்.

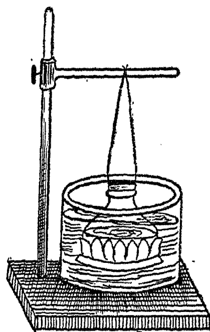
சிலகிகாமிலங் கரைந்த போலி விலயனத்தைத் தயாரிக்கும் முறையை மேலே குறித்தோமல்லவா?



$$Na_2SiO_3 + 2HCl \rightarrow H_2SiO_3 + 2NaCl$$

அவ்விகாரத்தில் சிலகிகாமிலமும் ஸோடிய-ஹரிதகையும் (சாதாரண உப்பு) விளைபொருள்கள். உப்பு ஓர் உண்மையான கரைபொருள். சிலகிகாமிலம் ஒரு போலிக் கரைபொருள். உப்புப்போன்ற உண்மையான கரைபொருள்களின் விலயனத்தை மெல்லிய ஜவ்வுத் தோலாலாவது தாவர வஸ்துக்களுக்குரிய மெல்லிய ஜவ்வாலாவது செய்யப்பட்ட வடிசாதனத்தில்விட, விலயனம் வடிதாள் வழியாக இறங்கிச் சொட்டும். அவ்வடிசாதனத்தில் சிலகிகாமிலம் போன்ற கோழை வஸ்துக்கள் கரைந்த போலி விலயனத்தைவிட, தண்ணீரும் அதில் உண்மையிற் கரைந்த உப்புக்களும் ஜவ்வின் வழியாகச் சென்று கீழிறங்கும். கோழை வஸ்துக்கள் ஜவ்வின் வழியாகச் செல்ல முடியாது. ஆகையால் ஜவ்வுபோன்ற பொருள்களை உபயோகித்து, உண்மையான கரைபொருள்களை, கோழை வஸ்துக்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கலாம். 168-வது படத்திற் காட்டியபடி குறுகிய வாயையுடைய கிண்ணத்தினடிப் பாகத்தில் தோற்கடுதாசியையாவது, ஜவ்வுத் தோலையாவது வைத்துச் செம்மையாகக் கட்டி, அப்பாத்திரத்திற்குள்

சிலகிகாமிலமிருக்கும் மிச்ர விலயனத்தையூற்றி உபகரணத்தைத் தண்ணீர்த் தொட்டியில் தொங்கவிடவும். உப்பும் அதிக அளவிலிருக்கும் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலமும் ஜவ்வின் வழியே புகுந்து தொட்டியிலுள்ள தண்ணீருக்குள் சென்றுவிடும். தொட்டித் தண்ணீரை அடிக்கடி சுத்த ஜலத்தால் மாற்ற, உப்பும் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலமும் முற்றிலும் விலகிவிடும். உபகரணத்திற்குள்ளிருக்கும் தெளிவான சிலகிகாமில விலயனம் நிலையுள்ளதே. ஆனால் மேலே குறித்த முறையில் விலயனத்தின் வீரியத்தை அதிகரிக்க முயன்றால் ஒரு நிலையைத் தாண்ட, சிலகிகாமில-கோழை பிரிந்து நிற்கும். கோழை வஸ்துக்களை ஸ்படிக வஸ்துக்களினின்று பிரிக்கு முறைக்கு ஆங்கிலத்தில் டயாலிஸிஸ் (Dialysis, dia = ஊடே, வழியாக, lysis = நான் நெகிழ்ந்து செல்லுகிறேன்) என்று பெயர். நாம் அந்த முறையை 'கோழை பிரித்தல்' என்று சொல்லுவோம். அக்கோழை வஸ்துக்களைப் பக்குவஞ் செய்து பிரித்தெடுக்குங் கருவிக்கு 'கோழை பிரிக்குஞ் சாதனம்' அல்லது 'கோழை பிரித்தி' அல்லது 'டயலைசர்' (Dialyser) என்று பெயர்



கோழை பிரித்தி அல்லது டயலைசர்

படம் 168

சிலகிகாமிலம் ஒரு பலமற்ற அமிலமே. சிலகிகாமில விலயனம் லிட்மஸ் நிறத்தை மாற்றவல்லதல்ல. அவ்விலயனத்திற் புளிப்புச் சுவை சிறிதேனுங் காணப்படுவதில்லை. க்ஷார சிலகிகஜங்கள் தண்ணீரிற் கரைந்து அதிக அளவில் நீர்வியோகமடையும். H_2SiO_3 என்ற சங்கேதத்தையுடைய அமிலத்திற்கு மித-சிலகிகாமிலம் (Metasilicic acid) என்று பெயர். H_4SiO_4 என்ற சங்கேதத்தையுடைய அமிலத்திற்குப் 'பூர்வ-சிலகிகாமிலம்' (Orthosilicic acid) என்று பெயர். அவ்விரு அமிலங்களும் சுத்தமான நிலையில் இதுவரை தயாரிக்கப்படவில்லையென்று முன்பே குறித்திருக்கிறோம். முன்னால் விவரித்தபடி தயாரித்த சிலகிகாமிலம் இவ்விரு அமிலங்களின் கலப்பே.

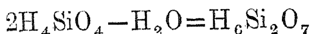
சிலகிகஜங்கள் (Silicates) :—சிலகிகாமிலத்திலிருந்துண்டாகும் உப்புக்களுக்குச் சிலகிகஜங்களென்று பெயர். இயற்கையிற் பல சிலகிகஜச்சேர்க்கைகளுள. அவைகளைப் பல வர்க்கங்களாகப் பிரிக்கலாம். (1) பூர்வ-சிலகிகஜங்கள் (Orthosilicates). அவைகள் பூர்வ-சிலகிகாமிலத்திற்குரிய அமிலஜங்கள்.

உதாரணம் :—Na_4SiO_4 ஸோடிய-பூர்வ-சிலகிகஜம் (Sodium orthosilicate). Mg_2SiO_4 ஆலிவீன் (Olivine) (மாக்னீஸிய பூர்வ-சிலகிகஜம்). Zn_2SiO_4 வில்லிமைட் (நாக-பூர்வ-சிலகிகஜம்).

(2) மித-சிலகிகாமிலங் கொடுக்கும் மித-சிலகிகஜங்கள். ($H_4SiO_4 - H_2O = H_2SiO_3$)

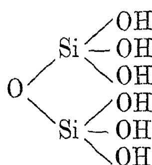
உதாரணம் :— $Na_2SiO_3 =$ மித-ஸோடிய-சிலகிகஜம் (meta-sodium silicate). $CaSiO_3$

(3) பூர்வ-சிலகிகாமிலத்தின் இரண்டணுக்களிலிருந்து ஓரணு தண்ணீர் பிரிய, ஓரணு பூர்வ-துவி-சிலகிகாமிலமுண்டாகலாம்.

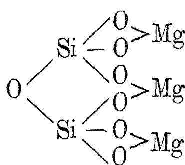


$$2H_4SiO_4 - H_2O = H_6Si_2O_7$$

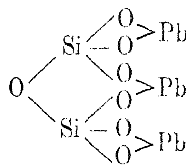
அவ்வமிலத்திற்குரிய அநேக பூர்வ-துவி-சிலிகிகஜங்கள் பூமியிற் காணப்படுகின்றன. உ-ம்.



பூர்வ-துவி-சிலிகி காமிலம். (Ortho-di-silicic acid)



மாக்னீஸிய-பூர்வ-துவி-சிலிகிகஜம் அல்லது ஸெர்ப்பென்டைன் Serpentine



ஸீஸ-பூர்வ-துவி-சிலிகிகஜம் அல்லது பேரிசிலேட் Barysilite

இதே விதமாக, அநேக மித-துவி-சிலிகிகஜங்களும் ($H_2Si_2O_5$ அமிலத்திலிருந்துண்டானவை) பூமியிலகப்படுகின்றன. அலுமினோ-சிலிகிகஜ வகைகளநேகம் பூமியிற் காணப்படுகின்றன. அவ்வமிலஜங்களுக்குரிய அமிலங்களின் சங்கேதங்களைக் கீழே காண்க.


$$Al_2O_3\ SiO_2\ nH_2O$$

$$Al_2O_3\ 2SiO_2\ nH_2O$$

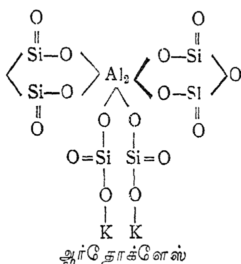
$$Al_2O_3\ 3SiO_2\ nH_2O$$

$$Al_2O_3\ 4SiO_2\ nH_2O$$

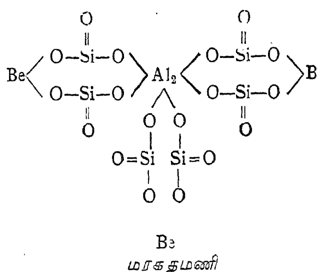
$$Al_2O_3\ 5SiO_2\ nH_2O$$

$$Al_2O_3\ 6SiO_2\ nH_2O$$

“கைலோனைட்” (Kaolonite) என்பது $Al_2O_32SiO_22H_2O$, ஆர்தோ-க்ளேஸ் அல்லது பொட்டாஸிய-பெல்ஸ்பார் (Orthoclase or Potash-felspar) என்பது $K_2OAl_2O_36SiO_2$. அதையொத்த ஸோடிய உப்புக்கு ஸோடா-பெல்ஸ்பார் ($Na_2OAl_2O_36SiO_2$) என்றும், பெரீலிய உப்புக்கு மரகதமணி அல்லது பச்சைக் கல் (Emerald) $3BeO$, $Al_2O_36SiO_2$, என்றும் பெயர்.



ஆர்தோக்ளேஸ்



மரகதமணி

இவ்விதமான சிக்கலான சங்கேதங்களையுடைய அநேக சிலகிகஜங்களிருக்கின்றன.

பூமியிலிருக்கும் பாறைகளிலும் கற்குன்றுகளிலுமுள்ள சிலகிகஜங்கள் தண்ணீராலும் வாயுமண்டலத்திலுள்ள கரியமிலவாயுவாலும் தாக்கப்பட்டு விபாகித்துக் கொண்டே இருக்கின்றன. இவ்வித மாறுதல் தண்ணீர் மாறிமாறி உறைவதாலும் உருகுவதாலும் ஏற்படும். அவற்றின் சிறிய வெடிப்புக்களில் ஈரம் புகுந்து படியும். அது உறையும்பொழுது பெருப்பதால் அங்கு அதிக அழுக்கமுண்டாகும். அதனாற் கற்கள் வெடிக்கும். கரியமிலவாயு தண்ணீரிற் கரைந்து சிலகிகாமிலத்தை விடப் பலமான இங்காலிகாமிலத்தைக் கொடுக்க, கரியமிலவாயு சிலகிகஜங்களிலிருந்து சிலக-பிராணையை விலக்கும். மணல் இவ்விதமே உண்டாகிறது. அவ்விகாரத்தில் விளையும் இங்காலிகஜங்கள் தண்ணீரிற் கரைந்து மண்ணுடன் சேர்ந்துகொள்ளும். இவ்விதமாக அலுமினோ-சிலகிகஜங்கள் தண்ணீராலும் கரியமிலவாயுவாலுந் தாக்கப்படுகையில் க்ஷார-இங்காலிகஜங்கள் தண்ணீரிற் கரைந்தோடிவிட, அலுமீனிய-சிலகிகஜம் கோழை வஸ்துவாகப் படிந்து களிமண்ணாகத் தோன்றும். பெரிய மலைகள், குன்றுகள், பாறைகள் எல்லாம் இங்ஙனமே நசித்து மண்ணாகின்றன.

க்ஷார-மித-சிலகிகஜங்கள் தண்ணீரிற் கரையக் கூடியவை. ஆகையால் அவைகளுக்குக் "கரையுங் கண்ணாடி" (Soluble glass) என்று பெயர். ஸோடிய, பொட்டாஸிய சிலகிகஜங்கள் கரைந்த விலயனத்திற்கு "கண்ணாடிநீர்" (Water-glass) என்று பெயர். முட்டைகளைக் கெடாமற் பத்திரப்படுத்தி வைப்பதற்கும், விலை சரசமான சவர்க்காரக்கட்டியைத் தயாரிக்கும் முறையில் ஒரு நிரப்புப் பொருளாகவும் (Filler), தீயாற் பிடிக்கப் படாத பொருள்களைத் தயாரிப்பதற்கும், மரக்கட்டைகள் துணிமணிகள் முதலியவை எரிக்காமலிருக்கும்பொருட்டு அவைகளின்மேல் தடவும் பூச்சுக்களைத் தயாரிப்பதற்கும் இக்கண்ணாடி நீரை அதிக அளவில் உபயோகிக்கிறார்கள்.

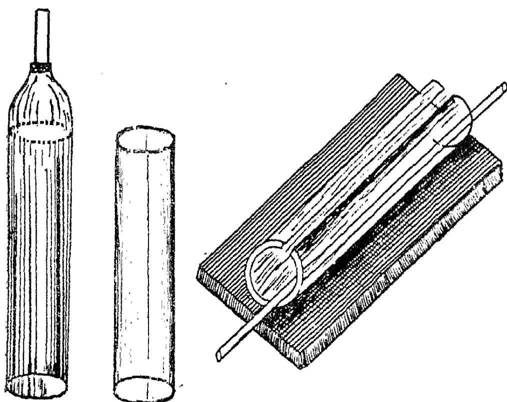
க்ஷார-சிலகிகஜங்களைத் தவிர மற்ற சிலகிகஜங்கள் யாவும் கரையாப் பொருள்கள். சிலகிகஜங்களைச் சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் சூடுசெய்ய, கொழுகொழுப்பான சிலகிகாமிலம் உண்டாகி வெளித்தோன்றும். சுண்டின ஸோடிய-சிலகிகஜ விலயனத்தை ஒரு சோதனைக் குழாயிலெடுத்து அதனுடன் அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தைச் சேர்க்க, குழாயில் ஹல்வாபோன்ற ஒரு வெள்ளைப்பண்டம் காணப்படும். குழாயைத் தலைகீழாகத் திருப்பினாலும் உள்ளிருந்து வெளியே ஒன்றும் வராது. ஏனெனில் விலயனம் சளிக்கட்டாக மாறி உறைந்திருக்கும். கரையாத சிலகிகஜங்களை "உருகுமிச்ரத்துடன்" (Fusion mixture $=Na_2CO_3+K_2CO_3$) சேர்த்துச் சூடுசெய்து உருக்கி, குளிரவிட்டு, விளைவு மிச்ரத்தைச் சுண்டின அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடன் கொதிக்கவிட்டு, திரவம்போக வற்றவைக்க, சிலக-த்வி-பிராணை கரையாதநிலையிற் பிரிந்துநிற்கும். அவ் விளைபொருளை நீரிட்ட அமிலத்திற் கரைக்க சிலக-த்வி-பிராணை கரையாமலும் மற்றப் பொருள்கள் கரைந்தும் போம்.

சிலகப்பூஞ்சோலை (Silica Garden)

1·1 திண்மையுள்ள ஸோடிய-சிலகிகஜ விலயனத்தையாவது கண்ணுடி நீரையாவது ஒரு கண்ணுடித் தொட்டியிலெடுத்து, அதை ஒருவரும் அசைக்காமலிருக்குமிடத்திலமைத்து, கோபத-பாக்கியமிகஜம், காட்மிய-பாக்கியமிகஜம், மயில்துத்தம், அன்னபேதி, நிக்கல-கந்தகிகஜம், மாங்கனச-கந்தகிகஜம், வெள்ளைத்துத்தம் முதலிய ஸ்படிகத் துண்டுகளை அவ்விலயனத்திற் பல இடங்களிற் போடவும். சிலநாட் சென்றபின் பார்க்க, தொட்டிக்குள் ஒரு 'பூஞ்சோலை' காணப்படும். ஒவ்வொரு ஸ்படிகத் துண்டினிடமிருந்தும் ஒவ்வொரு நிறமுள்ள பூஞ்செடி(?) கிளம்பி வளர்ந்திருக்கும். ஒவ்வொரு உலோக-சிலகிகஜமும் ஒவ்வொரு நிறமுடையதாகையாலும் உலோக-சிலகிகஜங்கள் கரையாத பொருளாகையாலும் மேலே குறித்த அழகிய காட்சி தோன்றுகிறது.

கண்ணுடி :—அதிக அளவிற் குளிர்விக்கப்பட்டு உறைந்த ஸீஸம், கால்ஸியம், பொட்டாஸியம், ஸோடியம் முதலியவற்றின் சிலகிகஜ விலயனங்களே கண்ணுடியாம். சுத்தமான மணல், சுட்ட-சுண்ணும்பு அல்லது சுண்ணும் புக்கல், ஸோடிய அல்லது பொட்டாஸிய இங்காலிகஜம், மஞ்சியம் அல்லது செவ்வீயம் இவைகளைச் சரியான அளவிற் கலந்து உருக்கக் கண்ணுடியுண்டாகும். மேற் சொன்ன கலவையில் இரும்பு சம்பந்தப்பட்டிருக்குமேயாகில், கண்ணுடி மஞ்சள் நிறமாகவாவது பச்சை நிறமாகவாவது இருக்கும். இந்நிறத்தைப் போக்க, உருக்குவதற்கு முன்னுல் அக்கலவையுடன் சிறிதளவு மாங்கனஜ-துவி-பிராணையையாவது சாந்த்ரத்தையாவது சேர்க்க வேண்டும். அக்கலவையைத் தீமண்-வாலையில் உருக்கி வேண்டிய அளவிற்கு உஷ்ணநிலையைக் குறைத்துச் சரியான பதத்திலிருக்கும்பொழுது வேண்டிய பாத்திரங்களை அதைக்கொண்டு செய்துகொள்ளவேண்டும். வெகுநாள்

வரை, ஒரு குழாயையெடுத்து, அதன் ஒரு நுனியை உருகிய கண்ணாடிப்பாகில் தோய்த்தெடுத்து, மற்றொரு நுனி வழியாக வாயாலூதி, உண்டாகும் கண்ணாடிக் கொப்புளத்தைச் சூடிட்டுப் பதமாக்கிச் சரியான உருவம் வரும் வரை ஊதி, பிறகு மேற்பாகத்தையுங் கீழ்பாகத்தையுங் வேண்டிய அளவு நறுக்கி, மீதிநின்ற நாழி வடிவங் கொண்ட குழலை நேராக ஓரிடத்தில் அறுத்து, அதைச்

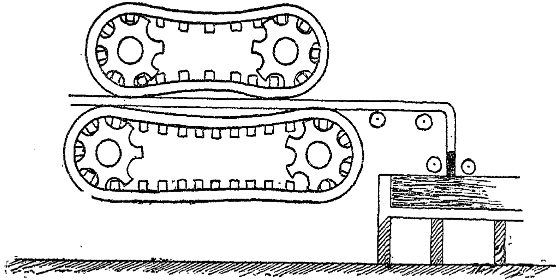


கண்ணாடித் தகடுகள் செய்யும் விதம்

படம் 169

சூடான தகடுகளில் வைத்து உருட்டித் தட்டையாக்கிக் கண்ணாடித் தகடுகளைச் செய்துவந்தனர். அம்முறையை யொட்டியே, இக்காலத்தில் உரிய யந்திரங்கொண்டு உயர்ந்த தூண்போன்ற குழாய்களைக் கண்ணாடிப்பாகினின்று தயாரித்துப் பின்பு தகடுகளாகச் செய்கிறார்கள். சில தொழிற்சாலைகளில், உலையின்மேலுள்ள கண்ணாடிப் பாகினின்று கண்ணாடித்தகடுகளாகவே இழுத்துத் தயார் செய்கிறார்கள்.

உருகிய கண்ணாடியை மெதுவாகக் குளிரச்செய்தே சரியான பதத்திற்குக் கொண்டுவரவேண்டும். திடீரென்று குளிரச்செய்தால் கண்ணாடி இலகுவில் உடைந்து பொடியாகக்கூடிய நிலைமையை யடையும். மிகவும் மெதுவாகக்



கண்ணாடித் தகடு செய்யும் புதிய முறை

படம் 170

குளிரச்செய்தாலும் அது ஸ்படிகங்களாக மாறிவிடும். இம்மாறுதலை "டீவிட்ரிபிகேஷன்" (Devitrification) என்று ஆங்கிலத்திற் சொல்லுகிறார்கள். அதன் பொருள் 'பதம் மாறிப்பொருந்துவிடுதல்' என்பது.

நாம் தினசரி கையாண்டுவரும் முக்கியமான பொருள்களிற் கண்ணாடியே மிகவும் உபயோகமுள்ளதாயிருக்கிறது. அது குறைந்த விலையிலகப்படுவதாலும், அதை நாம் சர்வ சாதாரணமாக உபயோகித்து வருவதாலும் அதன் குணாதிசயங்களைப்பற்றிச் சிந்தனை செய்யாது மறப்பது சகசமே. அது உறுதியாயுள்ள, ஒளி யூடுருவத்தக்க, சுவச்சமான பொருள். அதை எளிதிற் சுத்திசெய்யலாம். கண்ணாடிக் கலவையுடன் உரிய உலோகப் பிராணையைச் சேர்த்து, வேண்டிய நிறமுடைய கண்ணாடியைத் தயாரிக்கலாம். கண்ணாடிக்கு நன்றாக மெருகேற்றலாம். உருகிய

நிலையில் அதை எவ்வடிவத்திற்கேனுங் கொண்டுவந்து பின்பு குளிரவிட அவ்வடிவம் மாருது ஸ்திரமாயிருக்கும். ரஸாயன சாஸ்திரம், பௌதிக சாஸ்திரம், வான சாஸ்திரம், வைத்திய சாஸ்திரம், தாவர சாஸ்திரம் முதலிய பல சாஸ்திரங்களுக்கும் இன்றியமையாதது கண்ணுடியாற் செய்யப்பட்ட கருவிகளே. மேற்கூறிய சகல சாஸ்திரங்களின் முன்னேற்றத்திற்கும் தற்கால ஆராய்ச்சி முறைகளுக்கும் அவை அனுகூலமாயிருக்கின்றன. கண்ணுடியின் மேன்மையைக் குறித்தே "கண்ணுடிப் பாத்திரங்களில்லாவிட்டால் எத்தனை முறைகளைச்செய்ய முடியுமென்று எண்ணிப் பார்ப்பதே சிரமம்" என்னும் வசனம் எழுந்தது.

கண்ணுடியிற் பலவகைகளுள:—ஸோடிய-சுண்ணும்பு சிலிகிகஜத்தாற் செய்யப்பட்டதை "ஸோடாக் கண்ணுடி" அல்லது "மிருதுவான கண்ணுடி" அல்லது "உருகு கண்ணுடி" (Soda glass or Soft glass) என்று சொல்லுவதுண்டு. அதாவது அக்கண்ணுடி இலகுவாக உருகும். வேண்டிய உருவமுள்ள பாத்திரங்களை அக்கண்ணுடிகொண்டு எளிதில் செய்யலாம். சீசாக்கள், கதவுகளுக்குப் போடும் கண்ணுடித் தகடுகள் முதலியவை அதஞற் செய்யப்படுகின்றன.

பொஹீமியக் கண்ணுடி (Bohemian glass) என்பது பொட்டாஸிய-சிலிகிகஜத்தாற் செய்யப்படுவது. அது கடினமாகவும் அதிக உஷ்ணநிலையில் உருகக்கூடியதாகவும் இருக்கும். தண்ணீராலும் அமிலங்களாலும் அது பாதிக்கப்படுவதில்லை. ஆகையால் ரஸாயன முறையிலுபயோகிக்கும் கண்ணுடிப் பாத்திரங்களைச் செய்ய, அக்கண்ணுடியை யுபயோகிக்கிருர்கள். "ஏனுக் கண்ணுடி" (Jena glass) என்பதும் பொட்டாஸிய-சுண்ணும்பு-சிலிகிகஜமே. பொட்டாஸிய சுண்ணும்புக்கண்ணுடிக்கு "தகனக் கண்ணுடி" (Combustion glass) என்றும் "கட்டிக் கண்ணுடி" (Hard-glass) என்றும் வேறு பெயர்களுண்டு. "வைரக்

கண்ணாடி" அல்லது "கற் கண்ணாடி" (Flint-glass) என்பது ஸீஸ-பொட்டாஸிய-சிலகிகஜத்தாற் செய்யப்படுவது. அது காந்தியுள்ளது. மற்ற கண்ணாடி வகைகளை விட அது ஒளியை நன்றாய் வக்கரிக்கவிடுஞ் சக்தி வாய்ந்தது. ஒளி இயலுக்குரிய கோளாங்கம் (Lens) முதலிய உபகரணங்களை வைரக்கண்ணாடியாற் செய்கிறார்கள். சில கண்ணாடி வகைகளை ஆபரணத்திற்குரிய போலிரத்தினங்களைச் செய்யவும், பார்ப்பதற்கழகாயிருக்கும் கண்ணாடிச் சாமான்களைச் செய்யவும் உபயோகிக்கின்றனர். "செதுக்கு-கண்ணாடி" (Cut-glass) என்பது ஸீஸக்கண்ணாடி வகைகளிலொன்று. அதைக் குருந்தக்கல்லாற் செய்யப்பட்ட சாணையில் (Emery-wheel) பட்டையிட்டு மெருகிடுவார்கள். அடியிற்கண்ட ஜாப்தாவில் எந்தெந்தச் சரக்குகள் எந்தெந்த நிறத்தைக் கண்ணாடிக்குக் கொடுக்குமென்பதைக் காண்க.

வர்ணக் கண்ணாடி வகைகள்	உரிய நிறத்தைக் கொடுக்கக் கண்ணாடிக் கலவையுடன் சேர்க்கப்படும் பொருள்கள்
சிவப்புக் கண்ணாடி அல்லது ரத்தினக் கண்ணாடி (Ruby glass)	இரும்புடனாவது வங்கச பிராணையுடனாவது சேர்ந்த தாம்ரஸ-பிராணை; அல்லது தங்கம்.
மயில் நீலம் அல்லது பச்சைக்கண்ணாடி	க்ஷயகாரிகள் சம்பந்தப்படாத தாம்ரிக-பிராணையும் தாம்ரச-பிராணையும்.
நல்ல மஞ்சள் கண்ணாடி	மாங்கனஜ-துவி-பிராணை சேர்ந்த அயிக-பிராணை
மந்தமான பச்சைக் கண்ணாடி	அயச-பிராணை
மரகதப் பச்சைக் கண்ணாடி	கிரோமிய-பிராணை

வர்ணக் கண்ணாடி வகைகள்	உரிய நிறத்தைக் கொடுக்கக் கண்ணாடிக் கலவையுடன் சேர்க்கப்படும் பொருள்கள்
பாடலக அல்லது ஊதாக் கண்ணாடி	மாங்கனஜ-துவி-பிராணை
செங்கற் சிவப்புக் கண்ணாடி	மாங்கனஜ-துவி-பிராணையும் அயிக-பிராணையும்
அழுத்தமான ஊதா நீலக் கண்ணாடி	கோபதிக-பிராணை அற்ப அளவிற் சேர்க்கப்படும்.
சிவந்த பழுப்புக் கண்ணாடி	நிக்கலிக-பிராணை அற்ப அளவிற் சேர்க்கப்படும்.
மஞ்சள்-கண்ணாடி	அஞ்சன-பிராணை
வெளிறின மஞ்சள் கண்ணாடி	காட்மிய-பிராணை
பிரகாசமுள்ள மஞ்சள் கண்ணாடி	யுரேனிய-பிராணை
பாற் கண்ணாடி (Milk glass)	கால்ஸிய-காசாலதை அல்லது வங்கிக-பிராணை அல்லது எலும்புச் சாம்பல்.

கோழைவஸ்துக்கள் (Colloids):—தோற்கடிதாசியின் வழியாகப் புகுந்து வியாபிக்குஞ் சக்தி பண்டத்திற்குப் பண்டம் வித்தியாசப்படுகிறதென்பதை தாமஸ் க்ராஹம் (Thomas Graham) என்பவர் (1861) அறிந்து அவை வியாபிக்கும் வேகங்களையும் அளவிட்டுப் பார்த்தார். ஜெலடின் (Gelatine) கோந்து முதலிய பசைப் பொருள்கள் மிகவும் மெதுவாகச் செல்வதைக்கண்டார். அவ்விதப் பொருள்கள் தோற்கடிதத்தின் வழியாவது ஜவ்வுத்தோலின் வழியாவது ஊடுருவிச் செல்ல முடியாதென்று சொல்லிவிடலாம். அவ்விதப் பொருள்களுக்கு க்ராஹம் "கொல்லாயிடுகள்" (Colloids; Kolla=Glue) என்று பெயரிட்டார். அவைகளை நாம் "கோழைவஸ்துக்கள்" என்றழைப்போம். சாதாரண உப்பு, மாக்னீஸிய-கந்தகிகஜம்போன்ற உப்புக்களெல்லாம் ஜவ்வின்

வழியாக எளிதில் வெளியேறும். வெகு எளிதில் ஊடுருவிச் சென்று வியாபிக்கும் பொருள்களுக்கு "க்ரிஸ்டல்லாயிடுகள்" (Crystalloids) என்று க்ரஹாம் பெயரிட்டார். அவைகளை நாம் "ஸ்படிக வஸ்துக்கள்" என்று சொல்லுவோம். உதாரணம் :—

ஸ்படிகவஸ்துக்கள்	கோழைவஸ்துக்கள்
பொட்டாஸிய-ஹரிதகை	வெள்ளைக் கரு
கரும்புச்சர்க்கரை	கோந்து வகைகள்
மாக்னீஸிய-கந்தகிகஜம்	பசைமாக்கள்
அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலம்	வழவழப்பான அலுமீனிய-அப்ஜ-பிராணை $Al(OH)_3$
சாதாரண உப்பு	வழவழப்பான அயிக-அப்ஜ-பிராணை $Fe(OH)_3$
பேரிய-ஹரிதகை	வழவழப்பான சிலகிகாமிலங்கள். முறுகிய வெல்லப் பாகு.

அமிலங்கள், க்ஷாரங்கள், அமிலஜங்கள் (உப்புக்கள்) இவை யாவும் ஸ்படிகவஸ்துக்களைச் சேர்ந்தவை. அவைகள் விரைவாக விலயனங்களில் வியாபிக்குங் குணமுடையவை. உயிர்ப் பிராணிகளிலிருந்தும் தாவர வஸ்துக்களிலிருந்தும் எடுக்கப்படும் ஜவ்வுகளின்வழியே அவை எளிதில் ஊடுருவிச் செல்லவல்லவை. சிரமமின்றி அவைகளை ஸ்படிக வடிவங்களில் தயாரிக்கலாம். ஆனால் இக்குணங்களுக்கு நேர்விரோதமாக, கோழைவஸ்துக்கள் விலயனங்களில் வெகு மெதுவாக வியாபிக்குங் குணமுடையவை; ஜவ்வுபோன்ற வஸ்துக்களின் வழியே ஊடுருவிச்செல்லச் சக்தியற்றவை. விலயனத்திலிருந்து பிரியுங்கால், கோழை அல்லது சளிபோன்ற தோற்றத்தையுடையவை. ஸ்படிக வடிவங்களில் தயாரிக்கப்பட முடியாதவை. வியாபக வேகம் ஆஸ்மாடிக் அழுக்கத்திற் கேற்றவாறு வித்தியாசப் படுவதால் கோழைவஸ்து விலயனங்களின் ஆஸ்மாடிக்

அமுக்கம் மிகக்குறைவுபட்டதென்று சொல்லலாம். ஆகை யால் கோழைவஸ்துக்களின் அணுபாரங்கள் உயர்ந்த அளவிலிருக்கவேண்டுமென்று ஏற்படுகிறது.

கோழைவஸ்துக்களின் குணங்களைச் சொல்லுமுன், கோழைவஸ்துக்கள் ஸ்படிக-வஸ்துக்கள் என்று நாம் பொருள்களை இருவகையாகப் பிரிப்பதிலுள்ள சில தோஷங்களை யெடுத்துக்காட்டுவோம். ஏனென்றால் பல பொருள்கள், கோழைவஸ்து, ஸ்படிகவஸ்து என்னும் இவ் விரண்டு ஸ்திதிகளிலுமிருக்கின்றன. ஆகையால், கோழை வஸ்துக்கள், ஸ்படிகவஸ்துக்கள் என்று பிரித்துப் பேசு வதற்குப் பதிலாக, கோழைவஸ்து ஸ்திதிக்கும் ஸ்படிக வஸ்து ஸ்திதிக்குமுள்ள வித்தியாசங்களைக் காட்டிப் பேசு வதே நலம்.[1] தற்கால ரஸாயன சாஸ்திரத்தில், "கோழை வஸ்துக்கள்" என்ற பெயர் முன்னுளில் "அஸ்படிக வஸ்துக்கள்" என்று வழங்கப்பட்டவைகளைக் குறிக்கிறது. கோழைவஸ்துக்களிற் பல ஸ்படிகத் தன்மைபொருந்தியன வாயிருக்கலாம். அஸ்படிகத் தன்மை என்பது உண்டா வென்று தற்கால ஸ்படிக வாதிகளும், பௌதிக ஞானி களும் சந்தேகிக்கின்றனர். தாரதரித்துப் பார்க்குமிடத்தே இப்பேதங்கள் தோன்றுகின்றன. நிரபேக்ஷநிலையில் இவ் வித வித்தியாசங்கள் இல்லைபோலும். பல சாஸ்திரங்கள் பலவிதங்களில் முன்னேறியிருக்குமிந்நாளிலும், நிரபேக்ஷ நிலையில் எத்தன்மையையும் சந்தேகமற வரையறுத்துக் கூற முடியாமலிருப்பது, மிகு ஆச்சரியமே!! "கற்றது

[1] கலங்கிய விலயனத்தில் பெரும்படியாய் வியாபித்து நிற்கும் நுளி யின் குறுக்களவு $= 0 \cdot 1\mu$

கோழை விலயனத்திலுள்ள துளியின் குறுக்களவு $= \cdot 1\mu$ முதல் $1 \cdot 0\mu\mu$ வரை.

உண்மை விலயனத்திலுள்ள துளியின் குறுக்களவு $= 1 \cdot 0\mu\mu$வுக்குக் குறைவு பட்டது.

$\mu = 10^{-4}$cm. $= \cdot 0001$ ச.மீ.

$\mu\mu = 10^{-7}$cm. $= \cdot 0000001$ ச.மீ.

கைம்மண்ணளவு கல்லாது உலகளவு" என்பது அன்றும் இன்றும் என்றும் பொருந்தும் உண்மையோ!!! கோழைவஸ்துக்கள் ஜவ்வின் வழியே கொஞ்சமேனும் செல்லமாட்டா என்று சொல்லமுடியாது. க்ரஹம் ஜவ்வின் வழியாகச் செல்லும் பல பொருள்களின் வேகத்தைக் கணக்கிட்டார். ஜவ்வின் வழியே சமான-அளவுள்ள பொருள்கள் ஊடுருவிச்செல்லும் நேரங்களைத் தாரதரித்துக் காட்டக்கூடிய எண்களைக் கீழே காண்க.

அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலம்	HCl	1
சாதாரண-உப்பு	NaCl	2·3
கரும்புச்சர்க்கரை	$C_{12}H_{22}O_{11}$	7
முட்டையிலுள்ள வெண்கரு (Egg albumin)		49
முறுகிய பாகு (Caramel)		98

கோழைவஸ்துக்கள் ஜவ்வின் வழியாக ஊடுருவிச் செல்ல அதிக நேரமாகிறதென்பதை யுணர்ந்து, க்ரஹம் கோழைவஸ்துக்களையும் ஸ்படிகவஸ்துக்களையும் பிரிக்க, ஜவ்வு போன்ற வஸ்துக்களை உபயோகிக்கலாமென்று சொன்னார். அப்பிரிவினைக்கு "கோழை-பிரித்தல்" (Dialysis) என்றும் அம்முறையிலுபயோகிக்கப்படுங் கருவிக்கு "கோழைபிரித்தி" (Dialyser) என்றும் பெயரிடலாமென்று முன்பே குறித்துள்ளோம். கோழைவஸ்துவைச் சுத்தப்படுத்துவதே இம்முறை. ஆகையால் இதை 'கோழை சுத்தீகரணம்' என்றுஞ் சொல்லலாம்.

ஒரு போகணியிலுள்ள அயிக-ஹரிதகை ($FeCl_3$) விலயனத்தில் சிறிதளவு அமோனியா விலயனத்தைச் சொட்டவிட, சிவந்த பழுப்புநிறமுள்ள அவபதிதம் உண்டாவதைக் காணலாம். அங்கு அவபதிதம் ஏற்படுவது அயிக-அப்ஜ-பிராணை $Fe(OH)_3$ உண்டாவதால்தான். போகணியை ஆட்டிவிட அவ்வவபதிதம் கரைந்துவிடும். அவ்விதம் பலமுறை அமோனியா விலயனத்தைச் சேர்க்க ஒரு சந்தர்ப்பத்தில் உண்டான அவபதிதம் கரையாமல்

நிற்கும். அதைக் கரைக்கப் போதுமான அப்ஜ-ஹரிதக் காமிலத்தைக் கவனமாகச் சேர்க்கவும். பின்பு, அவ்விலயனத்தில் 5% திடஸ்திதியிலுள்ள பண்டங் கரைந்திருக்கும் வண்ணம் தண்ணீர்விட்டுப் பெருக்கவும். அவ்விலயனத்தை மேற்குறித்த சுத்திகரண உபகரணத்தில் ஊற்றி, அதைச் சுத்தமான தண்ணீரிருக்குந் தொட்டியில் மிதக்க விட, அயிக-ஹரிதகை, அமோனிய-ஹரிதகை முதலியவை வெளிப்பாத்திரத்திற்கு வந்துவிடும். மிதக்கும் பாத்திரத்தில் தங்கிநிற்குங் கருஞ் சிவப்புத் திரவத்திற்கு 'கோழை-இரும்பு' (Dialyzed iron) என்று பெயர். இவ்விதந் தயாரித்த திரவத்தை ஒரு கண்ணடிப் பாத்திரத்தில் வடித்து, சிலவாரங்கள் வைத்துவைக்க, விலயனங் கொழுகொழுப்பாக மாறுவதைக் காணலாம். இவ்வித முறைகளில், இருவகைக் கோழைவஸ்துக்களை அடைவோம். (1) திரவ-கோழை வஸ்துக்கள் (Fluid colloids) "கூழ்நிலையில்" (Sol condition) இருக்கும்; (2) வழுவழுப்பான இறுகிய கோழை வஸ்துக்கள் (Gelatinous colloids) "சளிக்கட்டி" நிலையில் (Gel condition) இருக்கும். கரைக்குந் திரவம்-தண்ணீராயிருப்பின் கோழை வஸ்துக்கள் "நீர்ச்சளிக்கட்டிகளாகவும்" (Hydrogels) "நீர்க்கூழ்களாகவும்" (Hydrosols) இருக்கும். [கரைக்குந் திரவம் சாராயமாயின், சாராயச்சளிக்கட்டியும் (alkogels) சாராயக் கூழும் (alkosol) உண்டாகும்]. மேலே கூறியவண்ணந் தயாரித்த கோழை-இரும்பு நீர்க்கூழ் நிலையிலமைந்தது.

கோழைவஸ்துக்களின் குணங்கள்:—பாஷாண-த்ரி-பிராணையைக் கொதிதண்ணீரிற் கரைத்து, விலயனத்தைக் குளிரச்செய்து, அதற்குள் அப்ஜனக-கந்தகையைச் செலுத்த, விலயனம் மஞ்சள் நிறமாக மாறும். அவ்விதமுண்டாகும் பாஷாண-த்ரி-கந்தகை விலயனத்தை எடுத்துச் சோதிப்போம். அவ்விலயனம் பார்ப்பதற்கு ஒரே இயல்புள்ளதாகத் தோன்றும். சிற்றுரு விளக்கியினடியில்

அவ்விலயனத்தையமைத்து அதன் வழியே வெளிச்சத்தைச் செங்குத்தாகப் புகவிட்டுச் சோதனை செய்தாலும் விலயனம் ஓரியல்புள்ளதாகவே காணப்படும். ஆனால் விலயனம் இருக்கும் பாத்திரத்தின் பக்கத்தில், மின்சாரப் பிறையின் கிரணச்சடையைச் செலுத்தி, ஒளி செல்லுந் திக்கிற்குக் குறுக்கான திக்கில் நாம் பார்க்க, விலயனத்திற்குள் தோன்றும் வெளிச்சத்தினால் அங்கு சிறிய துளிகளிருப்பதைக் காணலாம். இச்சோதனைக்கு "டிண்டல்-பரீக்ஷை" (Tyndall's test) என்று பெயர். இம்முறையையொட்டியே, கோழைவஸ்துக்களைக் கண்டு சோதிக்க, அதி-சிற்றுருவிளக்கியை (Ultramicroscope) உபயோகிக்கிறோம். விலயனத்தை அக்கருவியினடியில் வைத்துச் சோதிக்க, விலயனத்துக்குள்ளிருக்கும் கோழைவஸ்துக்களின் துளிகள் துள்ளிக் கூத்தாடி இங்குமங்கும் அலைவதைப் பார்க்கலாம். ஸோடிய-ஹரிதகை கரைந்த விலயனத்தை அவ்விதஞ் சோதித்துப்பார்க்க, நுண்துளிகளைக் காணமுடியாது. கோழைவஸ்து விலயனத்திற்கும் ஸ்படிக வஸ்து விலயனத்திற்குமுள்ள முக்கிய வித்தியாசம் இதுவே. பின்சொல்லிய விலயனத்தில், கரைபொருளின் துளிகள் அணு-பரிமாணத்தையொத்த அளவிலேயே உள்ளன. எச்சிற்றுரு விளக்கியைக் கொண்டும் அத்துளிகளைக் காணமுடியாது. ஆனால், கோழைவஸ்து-விலயனங்களிலுள்ள துளிகள் சற்றுப் பெரிதானவை. சில கோழைவஸ்துக்களின் விலயனங்களிலுள்ள துளிகளைச் சிற்றுரு விளக்கியினடியிற் காணலாம். ஆகையால் டிண்டல்-பரீக்ஷையில் விலயனஞ் சற்று மங்கலாகத் தோன்றினாலும், அல்லது அதி-சிற்றுரு விளக்கியினடியில் விலயனம் வேற்றியல்புள்ளதாகக் காணப்பட்டாலும், விலயனத்திற் கோழை வஸ்துக்களிருக்கின்றனவென்று நிச்சயிக்கலாம். ஸ்படிகவஸ்து கரைந்த உண்மை விலயனம், டிண்டல்-பரீக்ஷையிலும் தெளிவாகத் தோன்றும்; அதி-சிற்றுரு விளக்கியினடியிலும் ஓரியல்புள்ளதாகவே காணப்படும்.

அநேக கோழை வஸ்துக்கள், (உ-ம். பாஷாண கந்தகை) மின்சார வோட்டத்திற்குச் சாதகமாயுள்ள சிறிதளவு பொருள் சேர்க்கப்பட்டவுடனே, விலயனத்திலிருந்து அவபதித்துவிடும். விலயனத்தில், மின்சார வோட்டத்திற்குச் சாதகமாயில்லாத பொருளைச் சேர்க்க, அவபதிதம் உண்டாகாது. அவபதித்த பொருளைக் கனிக்கட்டென்றும் அது விலயனத்திலிருக்குஞ் சமயத்தில் அதைக் "கூழ்" என்றுஞ் சொல்லுவோம். இப்பால், கோழைவஸ்துவுள்ள விலயனத்தில் இருமின்துருவங்களை அமைத்து, மின்சார ஆசயத்துடன் இணைக்க, கோழை வஸ்து தனமின்துருவத்தையாவது, ருணமின்துருவத்தையாவது நாடிச் செல்லுவதைப் பார்க்கலாம். ஆகையால் கோழைவஸ்துத் துளிகளும் மின்னணுக்களைப்போல், மின்சாரிக்கப்பட்ட நிலைமையிலுள்ளவையென்று கருத வேண்டியிருக்கிறது. பாஷாண-கந்தகையும் சிலிகாமிலமும் ருணமின்சார குணமுடையவை. அயிக-அப்ஜ-பிராணை தனமின்சார குணமுடையது. ஆகையால் கோழைப் பாஷாண-கந்தகை விலயனத்தைக் கோழை அயிக-அப்ஜ-பிராணை விலயனத்துடன் சேர்க்க, எதிரிடையான மின்சார குணமுடைய பொருள்கள் சம்பந்தமாகுவதால், மின்சார குணம் இரண்டு பொருள்களினின்றும் விடுபட்டு இருபொருள்களும் அவபதித்துவிடும். இந் குண விசேஷத்தின் பயனாகவே, கந்தகிகாமிலத்தை ஸ்பர்ச முறையால் தயாரிக்கும்பொழுது, கந்தக-ஜ்வலி-பிராணையுடன் வருந் தூசி முதலிய அசுத்தங்கள் "காட்ரல்-மின்சார-அவபாதன-யந்திரங்களில்" படிந்துவிடுகின்றன. இன்னும், இவ்விசேஷ குணத்தாலேயே லோக தொழிற்சாலை முதலிய இடங்களிலமைந்த உலைகளினின்று வெளிவரும் புகையிலிருந்து கரித் தூசிகள் பிரிக்கப்படுகின்றன. புகை, காற்றுடன் கலந்து அசுத்தப்படுத்தாமல் தடுக்கப்படுவது இம்முறையிலுள்ள ஒரு நன்மை. இம்முறையில் அதிக அளவு சுத்தமான கரியைச் சேகரிக்க

அதைப் பலவிதங்களில் உபயோகிப்பவர்கள் இலாபத்தை யடைவது மற்றொரு நன்மை.

திரவ-பதார்த்தங்களிற் கரைந்துதான், கோழைவஸ்துக்கள் போலி விலயனங்களைக் கொடுக்குமென்று கருத வேண்டாம். திடப்பொருள்களின் நுண்ணிய துளிகள் வாயுவில் வியாபித்திருக்குமேயாகில், புகையைக் காண்போம். காற்றில் நுண்ணிய நீர்த்துளிகள் அதிகமாக வியாபித்து நிற்க, மூடுபனி யுண்டாகும்.

சில விலயனங்களிலிருந்து பிரியுஞ் சளிக்கட்டுகள் திரும்பவும் தண்ணீரிற் போடப்படின் கரையும். அவைகளுக்கு திரும்பக்கரையும் கோழைவஸ்துக்கள் (Reversible colloids) என்று பெயர். சளிக்கட்டு திரும்பவுங் கரையாமலிருக்குமேயாகில் அவ்வகைப் பொருள்களுக்கு திரும்பக் கரையாக் கோழைவஸ்துக்கள் (Irreversible colloids) என்று பெயர்.

கோழைவஸ்துக்கள் நமது உயிருக்கும் சுகமான வாழ்க்கைக்குங் காரணமாயிருக்கின்றன. கோழைவஸ்துவைப்பற்றிய ரஸாயன சாஸ்திரம் மிக இளமையானதே. ஆனால் கோழைவஸ்துக்களுக்குரிய விஷயங்களைப்பற்றி அநேக ரஸாயன நிபுணர்கள் ஒவ்வொரு தேசத்திலும் ஆராய்ச்சி செய்துகொண்டுவருகின்றனர். அது சம்பந்தமான பத்திரிகைகளின் எண் அதிகமாகிக்கொண்டே வருகிறது. கோழைவஸ்துவைப்பற்றிச் சொல்லுவது பௌதிக-ரஸாயனத்தில் ஒரு முக்கிய பாகம். கோழைவஸ்துக்களிற் பல, அபூர்வ மருந்துச் சரக்குகளாக, தற்கால ஆங்கில சிகித்ஸா முறைகளில் உபயோகிக்கப்பட்டு வருகின்றன. களிமண், சாந்து முதலிய பசைப் பொருள்கள், நமது தேகத்திற்குள் பல தொழில்களைச் செய்யும் ஜீவவஸ்துக்கள், செடிகொடிகள் வளருவதற்குச் சாதகமாயுள்ள பல தாவரப் பொருள்கள் இவையாவும் கோழைவஸ்து வர்க்கத்தைச் சேர்ந்தவையே. ஆயுர்வேத முறைகளில் தயாரிக்கப்படும், பல பஸ்மங்களும், செந்தூரங்களும்

அவ்வவற்றின் பரும அமைப்பின் விசேஷத்தாலேதான், சிலாகிக்கத்தகுந்த ரோக-நிவாரணிகளாக இருக்கின்றன. தகுந்த முறையில் தயாரித்துப் பக்குவப்படுத்திய பஸ்மங்கள் தண்ணீரில் மிதக்கும். அல்லது சட்டென்று படியாது வியாபித்து நிற்கும்.

போறனம் (Boron)

சின்னம் B. பரமாணுபாரம் 10·82

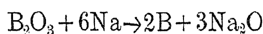
மூன்றாவது கணத்திற் காணப்படும் தனிப்பொருள்களில் போறனம் ஒன்றுதான் உலோக வகையைச் சேராதது. அக்கணத்திலுள்ள மற்றவையெல்லாம் உலோகங்களே. அவைகளுடைய குணங்களுடன் ஒத்திராமல் நான்காவது கணத்திலுள்ள சிலகத்தைப் போறனம் ஒத்திருக்கிறது. அக்கணத்தில் போறனம் ஒன்றுதான் தோற்ற பேதத்தைக் காட்டுவது. போறன-அப்ஜ-பிராணை அம்ல குணம் பொருந்தியது. அது பலங்குறைந்த அம்லம். அக்கணத்திலுள்ள மற்ற தனிப்பொருள்களின் அப்ஜ-பிராணைகள் க்ஷாரகுணம் பொருந்தியவை.

சரித்திரம் :—"வெண்காரம்" என்ற உப்பு வெகு காலமாக ஒரு மருந்துச் சரக்காகவும் பெருக்கும் பொருளாகவும் (flux) இந்தியாவில் உபயோகப்பட்டு வருகிறது. பழைய ஆயுர்வேத சாஸ்திரங்களில் அதை "டங்கணம்" என்று குறித்திருக்கிறார்கள். அப்பொருள் அரேபியா தேசத்திற்கு இந்தியாவிலிருந்து சென்றது. அத்தேசத்திலுள்ள முகமதிய ரஸவாதிகள், அதை ஒரு பெருக்கும் பொருளாக உபயோகித்தனர். அவர்கள், அது வெண்மையாயும் தகதகப்பாயுமிருந்த காரணத்தால், அதற்கு 'புராக்" என்று பெயரிட்டனர். "புராக்" என்பதிலிருந்து "போராக்ஸ்" (Borax) என்ற வார்த்தை வந்திருக்கிறது. 1702-ம் வருஷத்தில் ஹாம்பெர்க் (Homberg) என்பவர், வெண்காரத்தையும் (Borax) அன்னபேதியையுஞ் சூடுசெய்து, போறனிகாம்லத்தை

(Boric Acid) தயாரித்தார். 1808-ம் வருஷத்தில், டேவி, தங்கக் குழாயில், பொறனிகாமிலத்தையும் பொட்டாஸியத்தையுஞ் சேர்த்துச் சூடுசெய்து பொறனத்தை அபக்குவமான நிலையில் தயாரித்தார். அது உலோக வகையைச் சேர்ந்ததென்று நினைத்து, அதற்கு "பொருஸியம்" (Boracium) என்ற பெயரை அளிக்கலாமென்ற அபிப்பிராயத்தை வெளியிட்டார். நான்கு வருஷங்களுக்குப் பின்பு, அப்பொருளின் குணங்களைச் சோதித்துப் பார்க்க, அது ஓர் அலோகமாக இருக்கவேண்டுமென்ற தீர்மானத்திற்கு வந்து அதைப் போருன் (Boron) என்ற பெயரால் அழைத்தார். அப்பெயரை யொட்டி நாம் அதை "பொறனம்" என்போம். "டங்கணம்" என்பதிலிருந்து அதற்கு "டங்கம்" என்றும் பெயரிடலாம்.

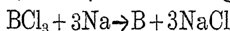
சம்பவம் :—பொறனம் தனித்த நிலையில் இயற்கையிலகப்படுவதில்லை. இடாலி தேசத்திலுள்ள எரிமலைப் பிரதேசங்களில், பூமியிலிருந்து கிளம்பும் நீராவியுடன் பொறனிகாமிலமுஞ் சேர்ந்து வெளிப்படுகிறது. வெண்காரமாக அது பல விடங்களிற் கிடைக்கிறது. காலிபோர்னியா தேசத்தில் "கோல்மனைட்" என்று சொல்லப்படும் கனிஜமாக அது அகப்படுகிறது. அதன் சங்கேதம் $Ca_2B_6O_{11}3H_2O$. "பொராஸைட்" (Boracite) என்பது பொறனமுள்ள மற்றொரு கனிஜம். அதன் சங்கேதம் $6MgO8B_2O_3MgCl_2$. சில சிலிகிகஜங்களில், பொறனம் காணப்படுகிறது. உதாரணம் டூர்மலீன் (Tourmaline).

தயாரிக்கும் முறைகள் :—(1) பொறன-த்ரி-பிராணையையாவது உருக்கிய பொறனிகாமிலத்தையாவது, ஸோடியம் அல்லது பொட்டாஸியம் அல்லது மாக்னீஸியத்துடன் மூடிய மூசையிற் சூடுசெய்து விளைபொருளை நீரிட்ட அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தாற் கழுவி, வடிகட்டிப் பிரித்து, சுத்தத் தண்ணீரால் மறுபடியும் கழுவி பொறனத்தைத் தயாரிக்கலாம்.



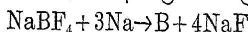
$$B_2O_3 + 6Na \rightarrow 2B + 3Na_2O$$

(2) பொறன-ஹரிதகையின் ஆவியையாவது பொறன-காசாதை வாயுவையாவது, சூடான ஸோடியத்தின்மேற் செலுத்த, பொறனம் உண்டாகும்.



$$BCl_3 + 3Na \rightarrow B + 3NaCl$$

(3) க்ஷார உலோக-பொறனோகாசாதையை (alkali borofluoride) க்ஷார-உலோகத்துடனாவது மாக்னீஸியத்துடனாவது சூடுசெய்ய, பொறனமுண்டாகும்.



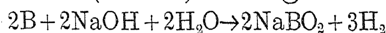
$$NaBF_4 + 3Na \rightarrow B + 4NaF$$

(ஸோடிய-பொறனோகாசாதை)

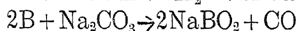
மேற்கண்ட முறைகளால் தயாரித்த பொறனம் அஸ்படிக வகையைச் சேர்ந்தது. காற்றுப்படாமல் அஸ்படிக வகையையும் அலுமீனியத்தையும் 1500°ச-ல் ஒன்று அல்லது இரண்டு மணி நேரஞ் சூடுசெய்து, அலுமீனியத்தை அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலங்கொண்டு கரைத்துவிட்டு, ஸ்படிக-பொறனத்தைத் தயாரிக்கலாம். அந்த ஸ்படிக வகையில், கரியாவது அலுமீனியமாவது (சில சமயங்களிலிரண்டும்) காணப்படும். பொறன-த்ரி-ஹரிதகை ஆவியும் அப்ஜனகமும் சேர்ந்த கலவையில் தாமிர துருவங்களையமைத்து மின்பிறையை உண்டாக்க, சுத்தமான பொறனம் துருவங்களிற் படிந்து உருகி சிறு மணிகளாகக் கிடைக்கும் (ப்ரிங்-பீல்டிங் Pring and Fielding 1910). சிவக்கக் காய்ந்த டங்க்ஸ்டன் கம்பியை அமைத்து அங்கு பொறன-ஹரிதகையை அப்ஜனகங்கொண்டு (1300°ச—1850°ச) க்ஷயீகரித்தும் சுத்தமான பொறனத்தைத் தயாரிக்கலாம். (வார்த் Warth 1923).

குணங்கள் :—அஸ்படிக பொறனம் கரும்பழுப்பு நிறமுள்ள பொடி. அதன் திண்மை 2·45. மின்சாரப் பிறையிலுங்கூட (Electric arc) அது எளிதில் உருகாது. அது சாதாரண உஷ்ண நிலையிற் காசாதத்துடனும், 410°ச-ல் ஹரிதகத்துடனும், 610°ச-ல் கந்தகத்துடனும், 700°ச-ல் பிராணவாயுவுடனும், 1000°ச-ல் பாக்கியஜனகத்துடனும், நேரே ஸம்யோகிக்கும். காற்றில் பொறனம்

எரிய, பொறன-பிராணேயும் (B_2O_3) பொறன-பாக்கிய ஜனகையும் (BN) உண்டாகும். தண்ணீருடனும், அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்துடனும் பொறனம் விகாரிப்பதில்லை. ஆனால் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்திலும் நீரிட்ட பாக்கிய காமிலத்திலும் அது கரையும். க்ஷாரத்துடனாவது க்ஷார லோக-இங்காலிகஜத்துடனாவது அதைச் சேர்த்து உருக்க பொறனிகஜங்கள் (Borates) உண்டாகும்.



$$2B + 2NaOH + 2H_2O \rightarrow 2NaBO_2 + 3H_2$$



$$2B + Na_2CO_3 \rightarrow 2NaBO_2 + CO$$

ஸ்படிக-பொறனத்தில் ஒருவகை கறுப்பு நிறமுடையது. அது அலுமீனியத்துடன் சேர்ந்த ஐக்கியப்பொருளென்று தோன்றுகிறது. அதன் சங்கேதம் AlB_{12}. அது வைரத்தைப்போல் கெட்டியான பொருள். மஞ்சள் நிறமுள்ள தெளிவான ஸ்படிக பொறனம் ஒன்றிருப்பதாகவுஞ் சொல்லப்படுகிறது. பொறனத்திற்கு ஒரு விசேஷ குணமுண்டு. உஷ்ணநிலை அதிகரிக்க அதன் மின்சார வாஹகத்வம் அதிகரிக்கிறது.

பொறன-அப்ஜனகைகள் (Boron Hydrides) :—இவ்விநோதமான வஸ்துக்களைப்பற்றிய குணாதிசயங்களை ஸ்டாக் (Stock) என்பவரும் அவர் சிஷ்யர்களுஞ் செய்த சோதனைகளின் பயனாகவே (1912-ம் வருஷத்திற்குப் பின் நடந்தவை) அறிந்து கொள்ளுகிறோம். மாக்னீஸிய-பொறணேயுடன் வேண்டியதற்கு மேலதிக அளவில் 4 வீ. அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தைச் சேர்க்க, காற்றில் தானாகவே பற்றியெரியக்கூடிய வாயு ஒன்று உண்டாகும். ஆகையால் விகாரமண்டலத்தில் காற்றில்லாமலிருக்கச்செய்ய, அப்ஜனக வாயுவைச் செலுத்திக்கொண்டே இருக்கவேண்டும். வெளிவரும் வாயுவை, திரவக்காற்றிற் குளிர்விக்கப்பட்ட **U** வடிவமுள்ள குழாயிற் செலுத்த, அதில் அவ்வாயு திரவமாக மாறிச் சேரும். அத்திரவத்திலிருந்து, பின்னக்காய்ச்சி வடித்தல் முறையால் B_4H_{10}, B_6H_{12}, என்ற இரு அப்ஜனகைகளைப் பிரித்தெடுக்கலாம்.

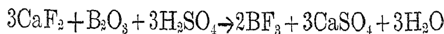
B_4H_{10} என்ற சங்கேதத்தையுடைய பொறன-அப்ஜனகை வெறுப்பான மணமுடைய, எளிதில் தானாகவே காற்றிற் பற்றியெரியக்கூடிய வாயு. சாதாரண உஷ்ண நிலையிலேயே அது விபாகித்து மற்ற அப்ஜனகைகளாக மாறுங் குணமுடையது. அதன் கொதிநிலை 16°ச-17°ச. B_6H_{12} என்ற சங்கேதமுள்ள அப்ஜனகை ஒரு நிறமற்ற திரவம். அதன் கொதிநிலை 100°ச. அதுவும் காற்றில் எளிதில் தானே பற்றியெரியுங் குணமுடையது. வெகு எளிதில் அது ஈரத்தாற் பாதிக்கப்படும். B_2H_6, $B_{10}H_{14}$ என்ற சங்கேதங்களையுடைய பொறன-அப்ஜனகைகளுமுண்டு. BH_3 என்ற சங்கேதமுடைய பொருள் இருப்பதாகத் தெரியவில்லை. பொறன-அப்ஜனகைகள் எளிதில் நீர்வியோகமடைந்து அப்ஜனகமாகவும் பொறனிகாமிலமாகவும் மாறும்.

பொறனைகள் (Borides):—தனிப்பொருளையும் பொறனத்தையுஞ் சேர்த்துச் சூடு செய்தாலும், அல்லது பொறனிகஜங்களையாவது பொறன-பிராணையையாவது உலோகங்களுடன் சேர்த்துச் சூடு செய்தாலும், பொறனைகள் உண்டாகும். சில சமயங்களில் விகாரங்களை மின்னுலைத் தீயில் நடத்தவேண்டிவரும். பொறனைகள் இங்காலைகளைப் போலவும் சிலைகைகளைப் போலவுமுள்ள பொருள்கள்; அவை அநேகமாய் தண்ணீரிற் கரைய மாட்டா; அவை நீர்வியோகமடைவதில்லை. ஆனால் மாக்னீஸிய-பொறனை தண்ணீருடன் சம்பந்தப்பட்டு நிற்க, பொறன-அப்ஜனகைகளும் அப்ஜனகமும் வெளிவரும்.

பொறனமும் ஹரிதக இனங்களுஞ் சேர்ந்த பொருள்கள்

பொறனம் ஹரித இனங்களுடன் நேரே ஸம்யோகித்து BF_3, BCl_3, BBr_3, BI_3 என்ற சங்கேதங்களையுடைய பொருள்களைக் கொடுக்கும். பொறன-த்ரி-பிராணையையும் கரியையுஞ் சேர்த்துச் சூடுசெய்து, சூடான கலவையின்மேல் ஹரிதகம் முதலியவற்றைச் செலுத்த, க்ஷயீகரணமும், லவணஜனகீகரணமும் (Halogenation)

ஏற்படும். பொறன-பிராணேயையும் கால்ஸிய-காசாதையையும் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்துடன் சூடுசெய்ய, பொறன-காசாதையுண்டாகும்.



$$3CaF_2 + B_2O_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2BF_3 + 3CaSO_4 + 3H_2O$$

அப்பொருள்களெல்லாம் எளிதில் நீர்வியோகமடையக்கூடியவை. பொறன-காசாதை BF_3 தண்ணீருடன் சம்பந்தப்பட, அப்ஜ-காசாதோபொறனிகாமிலமுண்டாகும்.



$$4BF_3 + 3H_2O \rightarrow H_3BO_3 + 3HBF_4$$ (Hydrofluoboric acid)

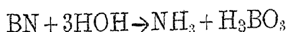
அவ்வமிலம், விலயன ரூபத்திலேயே நிலையுள்ளது. அவ்வமிலத்திற்குரிய காசாதோபொறனிகஜங்கள் நிலையுள்ளவை. பொறனகாசாதை, சிலக-காசாதையின் குணங்களையொத்திருப்பது குறிப்பாய்க் கவனிக்கத்தக்கது.

	பொறன-த்ரி-காசாதை	பொறன-த்ரி-ஹரிதகை	பொறன-த்ரி-இரக்தகை	பொறன-த்ரி-பாடலகை
சங்கேதம்	BF_3	BCl_3	BBr_3	BI_3
ஸ்திதி	வாயு	வாயு	திரவம்	திடப்பொருள்
நிறம்	நிறமற்றது	நிறமற்றது	நிறமற்றது	வெள்ளை
திண்மை	—	1·35 (17°ச-ல்)	2·69	3·3· (50°ச-ல்)
கொதிநிலை	—101°ச	18·2°ச	90·5°ச	210°ச
உருகுநிலை	—127°ச	—107°ச	—46°ச	43°ச
ஈரமுள்ள காற்றில்	புகையும்	புகையும்	புகையும்	—
தண்ணீருடன் விகாரிக்க	H_3BO_3,HBF_4 உண்டாகும்	H_3BO_3,HCl உண்டாகும்	H_3BO_3,HBr உண்டாகும்	H_3BO_3,HI உண்டாகும்.

பொறன-பாக்கியஜனகை BN (Boron Nitride)

(1) வெண்சூட்டில், பொறனமும் பாக்கியஜனகமும் நேரே ஸம்யோகிக்கும்பொழுதும் (2) அஸ்படிக பொறனத்தை அமோனியாவிலாவது பாக்கியமிக-பிராணேயிலாவது நன்றாய்ச் சூடுசெய்யும்பொழுதும் பொறன-பாக்கிய

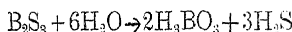
ஜனகை அஸ்படிக வெள்ளைப்பொடியாக உண்டாகும். அதைக் காற்றிற் சூடுசெய்தால் ஒரு விகாரமும் ஏற்படுவதில்லை. 200°ச-ல் அமுக்கநிலையிலுள்ள நீராவியுடன் அது விகாரித்து, அமோனியாவாகவும் பொறனிகாமிலமாகவும் மாறும்.



$$BN + 3HOH \rightarrow NH_3 + H_3BO_3$$

பொறன-த்ரி-கந்தகை B_2S_3 (Boron Trisulphide)

தனிப் பொருள்கள் (1) நேரே ஸம்யோகிக்கும்பொழுதும் (2) பொறன-த்ரி-பிராணையையும் கரியையுஞ் சேர்த்துக் கரிகந்தகத்திராவக ஆவியிற் சூடுசெய்யும்பொழுதும் பொறன-கந்தகையுண்டாகும். அது நிறமற்ற சிறிய ஊசிபோன்ற ஸ்படிக வடிவமுடையது. தண்ணீருடன் சம்பந்தப்பட்டவுடன் பொறனிகாமிலமும் அப்ஜ-கந்தகையுமுண்டாகிவிடும்.



$$B_2S_3 + 6H_2O \rightarrow 2H_3BO_3 + 3H_2S$$

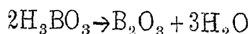
பொறன-பிராணையும் பொறனிகாமிலங்களும் (Boron Oxide and Boric Acids)

பொறனமும் பிராணவாயுவும் ஸம்யோகித்து ஒரு பிராணையையே, (B_2O_3) கொடுக்கும். அப்பிராணையை யொட்டி மூன்று அமிலங்கள் நன்கு தெரிந்துள்ளன.

(1) பூர்வ-பொறனிகாமிலம் (Orthoboric Acid) H_3AO_3
(2) உஷ்ண-பொறனிகாமிலம் (Pyroboric Acid) $H_2B_4O_7$
(3) மித-பொறனிகாமிலம் (Metaboric Acid) HBO_2

பொறன-த்ரி-பிராணை B_2O_3 (Boron Trioxide)

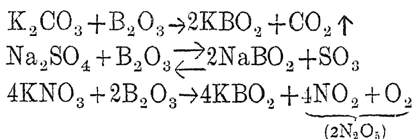
பொறனத்தைக் காற்றிலாவது, பிராணவாயுவிலாவது எரிக்கும்பொழுதும், பொறனிகாமிலத்தை மூசையிற் சிவக்கச் சூடுசெய்யும்பொழுதும் பொறன-த்ரி-பிராணை யுண்டாகும்.



$$2H_3BO_3 \rightarrow B_2O_3 + 3H_2O$$

குணங்கள் :— பொறன-த்ரி-பிராணை, ஒரு தெளிவான கண்ணாடிபோன்ற ஈரத்தை உறிஞ்சுஞ் சக்தியுள்ள

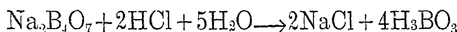
திடப்பொருள். சுமார் 580°ச-ல் அது இளகி உருகுவது போல் தோன்றும். அதிகமாய்ச்சூடு செய்யப்பட்ட போதிலும், அது குறிக்கத்தக்க அளவில் ஆவியாய் மாறுவதில்லை. அது உலோகப்பிராணைகளுடன் ஸம்யோகித்துப் பல நிறமுள்ள கண்ணாடி மணிகளைக் கொடுக்கும். அம்மணிகளின் நிறங்களிலிருந்து, சில உலோக மூலங்களைக் கண்டுகொள்ள முடியும். இங்காலிகஜங்களுடனும் கந்தகிகஜங்களுடனும் பாக்கியமிகஜங்களுடனும் அது விகாரித்து அவ்வமிலஜங்களுக்குரிய நிர்ஜலாமிலங்களை விலக்கவல்லது.



$$K_2CO_3 + B_2O_3 \rightarrow 2KBO_2 + CO_2 \uparrow$$
$$Na_2SO_4 + B_2O_3 \rightleftarrows 2NaBO_2 + SO_3$$
$$4KNO_3 + 2B_2O_3 \rightarrow 4KBO_2 + \underbrace{4NO_2 + O_2}_{(2N_2O_5)}$$

பூர்வ-பொறனிகாமிலம் H_3BO_4 (Orthoboric Acid)

(1) டஸ்கனி என்னுமிடத்தில் பூமியிலிருந்து வெளிவரும் வெந்நீர் ஊற்றுக்களில், பொறனிகாமிலமிருக்கிறது. அத்திரவத்தைச் சூட்டினால் வற்றவைத்து ஸ்படிகீகரிக்க விடுகிறார்கள். (2) தென்னமெரிக்காவிலும் வடஅமெரிக்காவிலும் பூமியிற் படிந்திருக்கும் பொறனிகஜங்களிலிருந்தே உலகிற்கு வேண்டிய பொறனிகாமிலத்திற் பெரும் பகுதி தயாரிக்கப்பட்டு வருகிறது. வெண்காரத்தைத் தண்ணீரிற் கரைத்து அங்ஙனஞ் செய்த பூரிதவிலயனத்துடன் கந்தகிகாமிலத்தையாவது அப்ஜ-ஹரிதகிகாமிலத்தையாவது சேர்க்க, பொறனிகாமிலம் உண்டாகிப் பிரியும்.



$$Na_2B_4O_7 + 2HCl + 5H_2O \longrightarrow 2NaCl + 4H_3BO_3$$

குணங்கள் :—பொறனிகாமிலம் முத்துப்போல் வெண்ணிறமுள்ள தகதகவென்று மின்னுகிற ஒளி யூடுருவிப்பாயக்கூடிய ஆறுபட்டைத் தகட்டு ஸ்படிகங்களாகத் தோன்றும். அந்த ஸ்படிகங்களைத் தொட்டுப்பார்க்க வழவழப்பாயிருக்கும். அது தண்ணீரிற் சுமாரான அளவிற்

கரையும். அதன் கரைமானம் உஷ்ணம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க அதிகப்பட்டுக்கொண்டுபோகும்.

உஷ்ணநிலை	0° ச.	50° ச.	100 ச
100-கி. தண்ணீரிற் கரைமானம்	1·95 கி.	8·8 கி.	27·5 கி.

பொறணிகாமில விலயனத்தைக் கொதிக்கவிட சிறிதளவு பொறணிகாமிலமும் நீராவியுடன் செல்லும். அவ்வமிலம் சாராயத்தில் எளிதிற் கரையக்கூடியது. சாராய விலயனத்தைக் கொளுத்திவிட, பச்சைநிறமுள்ள சுடர் தோன்றும். இச்சோதனையால், பொறணிகாமிலம், பொறணிகஜங்கள் இவைகளின் இருப்பைக் கண்டறிந்து கொள்ளலாம்.

இதில-பொறணிகஜப் பரீக்ஷை

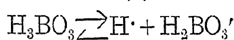
படம் 171

(i) வெண்காரத்தை ஓர் உருண்டைக் கூஜாவில் எடுத்து அஃதுடன் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தையும் (பொறணி காமிலத்தை விலக்குவதற்காக) சாராயத்தையுஞ் சேர்த்துச் சூடுசெய்து, வெளிவரும் ஆவியைக் கொளுத்திவிடு. பச்சை உறையுள்ள சுடரைக் காண்பாய்.

அங்கு எரிவது இதில-பொறனிகஜமே (Ethyl borate) இதற்கு "இதில-பொறனிகஜ பரீக்ஷை" என்று பெயர்.

(ii) பொறனிகாமிலத்தையும் பொறனிகஜங்களையும் மற்றொரு பரீக்ஷையாலும் அறியலாம். பொறனமுள்ள பொருளைக் கால்ஸிய-காசாதையுடன் கலந்து அக்கலவை யைச் சுண்டின கந்தகிகாமிலத்தால் நனைத்து, பிளாடினக் கம்பியின் நுனியை அக்கலவையில் தோய்த்து, அந் நுனியை புன்ஸன் சுடரிற் காட்ட, அச்சுடரிற் பச்சைநிறந் தோன்றும். இவ்விகாரத்தில், பொறன-த்ரி-காசாதையுண் டாகிச் சுடருக்குப் பச்சை நிறத்தைக் கொடுக்கிறது.

பொறனிகாமிலம் மிகப் பலங்குறைந்த அமிலம். அவ் வமிலங் கரைந்த விலயனம் லிட்மஸ் தாளை ஒருவிதமான சிவப்பாக மாற்றும். அது பலமுள்ள அமிலங்களைப்போல் லிட்மஸை நல்ல சிவப்பாக மாற்ற வல்லமையற்றது.



$$H_3BO_3 \rightleftarrows H^{\cdot} + H_2BO_3'$$

பொறனிகாமிலம் மின்னணுக்களாகப் பிரியுந்தன்மை யில் இங்காலிகாமிலத்தைவிடக் குறைந்த சக்தி வாய்ந் தது. ஆகையால் விலயனங்களிலிருந்து பூர்வ-பொறனிகஜங் களைத் தயார் செய்வதென்பது முடியாதகாரியம். மாக்னீ ஸிய-பூர்வ-பொறனிகஜம் $Mg_3(BO_3)_2$ ஒன்றே பூர்வ-பொறனிகஜங்களில் நன்கு தெரிந்த உப்பு.

மித-பொறனிகாமிலம் HBO_2 (Metaboric Acid):—பூர்வ பொறனிகாமிலத்தை 100°ச-க்குச் சூடு செய்ய, நீர் பிரியும்; மித-பொறனிகாமிலமுண்டாகும். அது ஏக-க்ஷாரத்வ-அமிலம். அவ்வமிலத்திற்குரிய பல மித-பொறனிகஜங்கள் தெரிந்துள்ளன. உதாரணம்: $NaBO_2$, $AgBO_2$, $Ca(BO_2)_2$ முதலியவை.

உஷ்ண-பொறனிகாமிலம் (Pyroboric Acid):—பூர்வ-பொறனிகாமிலத்தை 140°ச-க்குச் சூடுசெய்ய, உஷ்ண-பொறனிகாமிலமுண்டாகும்.



$$4H_3BO_3 \longrightarrow 5H_2O + H_2B_4O_7$$

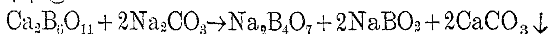
பொறனிகாமிலங்களை இன்னும் அதிகமாகச் சூடு செய்ய, அவை பொறன-த்ரி-பிராணையாக மாறும். மித-பொறனிகாமிலமும் உஷ்ண-பொறனிகாமிலமும் திட ஸ்திதியில்தான் நிலையுள்ளவை. அவற்றைத் தண்ணீரிற் கரைக்க அவை பூர்வ-பொறனிகாமிலமாக உடனே மாறி விடும்.

பொறனிகாமிலத்தின் உபயோகங்கள் :— கண்ணாடிக் கலவையுடன் பொறனிகாமிலத்தையுஞ் சேர்த்து உருக்குவதிலிருந்து செய்யப்படுங் கண்ணாடிகள் அதிக உஷ்ணநிலைகளிலும் பொரிந்து ஸ்படிகமாவதில்லை. இன்னும் அக்கண்ணாடிகளின் பிரசாரகுணனீயம் குறைவாயிருக்கும். ஆகையால் சூடுசெய்யும்பொழுது அக்கண்ணாடிகள் விரிந்து உடைவதில்லை. சாதாரண விளக்குக்களுக்குப யோகிக்கும் கண்ணாடிக் காற்றுப்போக்கிகளையும், மின்சார விளக்குக் குண்டுகளையும் அக்கண்ணாடியாற் செய்கிறார்கள். 'ஏனு' கண்ணாடிவகைகளைச் செய்வதில் பொறனிகாமிலத்தை உபயோகிக்கின்றனர். அக்கண்ணாடிகள் ரஸாயனவிலயனங்களால் எளிதில் தாக்கப்படுவதில்லை; அவை எளிதில் உடைவதுமில்லை. பொறனிகாமிலம் ஒரு கிருமி-நாசனியாகச் சிகித்ஸா சாலைகளில் உபயோகிக்கப்படுகிறது. பல தின்பண்டங்களைப் பத்திரப்படுத்துவதற்கு அது அதிக அளவில் உபயோகிக்கப்பட்டுவந்தது. அங்ஙனஞ் செய்வது தேகத்திற்குச் சில தீங்குகளை விளைவிக்குமென்று தெரியவர, அதை அவ்விதம் உபயோகிக்கப் பல நிபந்தனைகளை அரசாங்கத்தார் ஏற்படுத்தியிருக்கின்றனர்.

பொறனிகஜங்கள் (Borates)

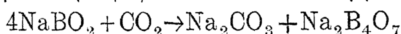
பொறனிகஜங்களில் முக்கியமானது வெண்காரமே. அதைப் பொன்காரமென்றும் பொரிகாரமென்றுஞ் சொல்லுவதுண்டு. நமது தேசத்திலும், திபெத்து, காலிபோர்னியா முதலிய தேசங்களிலும் "டங்கணம்" (Tincal) என்ற கனிஜமாக அது கிடைக்கிறது. அதைப் பொடி செய்து தண்ணீருடனும் சிறிதளவு ஸோடிய-இங்காலி

கஜத்துடனுஞ் சேர்த்துக் கொதிக்கவிட்டு, அவபதிக்கும் பொருள்களை வடிகட்டிப் பிரித்து, வடிதிரவத்தை வற்றக் காய்ச்சிக் குளிரவிட்டு, வெண்கார ஸ்படிகங்களைத் தயாரிக்கின்றனர். பிரான்ஸ், பெல்ஜியம் முதலிய தேசங்களில் கோல்மனைட் (Colemanite), யுலெக்ஸைட் (Ulexite) என்னும் கனிஜங்களை மற்ற தேசங்களிலிருந்து வரவழைத்துப் பொடி செய்து, தண்ணீர் விட்டு ஹரிதகைகளைப் பிரிக்கும் பொருட்டுக் கழுவி, பின்பு அவற்றைத் தண்ணீருடனும் ஸோடிய-இங்காலிகஜத்துடனும் ஸோடிய-அமிலோ-இங்காலிகஜத்துடனுஞ் சேர்த்துக் கொதிக்கவிட்டு, அவபதிக்கும் கால்ஸிய-இங்காலிகஜத்தை வடிகட்டிப் பிரித்து, வடிதிரவத்தைச் சற்று வற்றக் காய்ச்சிக் குளிரவிடுகிறார்கள். வெண்கார ஸ்படிகங்கள் அக்குளிர்ந்த விலயனத்திலிருந்து பிரிந்து வெளிவரும். அந்த ஸ்படிகங்களை மற்றுமொருதரங் கரைத்து, ஸ்படிகீகரிக்கவிட்டுச் சுத்தஞ் செய்யலாம்.



$$Ca_2B_6O_{11} + 2Na_2CO_3 \rightarrow Na_2B_4O_7 + 2NaBO_2 + 2CaCO_3 \downarrow$$

விகாரத்திலுண்டாகும் ஸோடிய-மித-பொறனிகஜத்தின் கரைமானம் அதிகமாதலால் தாய்திரவத்தில் தங்கி நிற்கும். தாய்திரவத்திற் கரியமில வாயுவைச் செலுத்தி, மித-பொறனிகஜத்தையும் வெண்காரமாக மாற்றிவிடலாம்.



$$4NaBO_2 + CO_2 \rightarrow Na_2CO_3 + Na_2B_4O_7$$

கொதிக்கும் பொறனிகாமிலத்துடன் ஸோடிய-இங்காலிகஜத்தைச் சேர்த்து, விலயனத்தை வற்றவைத்துக் குளிரவிட்டு, வெண்கார ஸ்படிகங்களைச் சோதனை சாலையில் தயாரிக்கலாம்.

வெண்காரம், $Na_2B_4O_7.10H_2O$, நிறமற்ற பட்டை ஆகார ஸ்படிகங்களாகத் தோன்றுமொரு நீர்ப்பொருள். அதை ஸோடிய-உஷ்ண-பொறனிகஜமென்றுஞ் சொல்வதுண்டு. அதைச் சூடுசெய்ய, நீரையிழந்து, பொருமி, உருகி, கடைசியில் நிறமற்ற கண்ணாடி மணியாக ஆகும். உருகிய வெண்காரம் பல உலோகப்பிராணைகளைக் கரைத்

துக்கொண்டு, விசேஷ நிறமுள்ள கண்ணாடி மணிகளைக் கொடுக்குந் தன்மையுடையது. அக்குணத்தைக் கொண்டே, ஜாதி விச்லேஷணா முறையில், உலோக மூலங்களைக் கண்டுகொள்ள "பொன்கார-மணி-பரீக்ஷை (Borax bead test) செய்யப்படுகிறது.

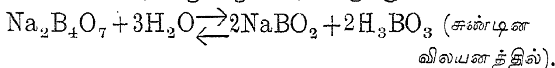
கண்ணாடிக்குச்சியில் பொருத்தப்பட்ட பிளாடினக் கம்பியின் நுனியைச் சிறிய வளையவடிவத்திற்கு வளைத்துக்காய்ச்சி, வெண்காரப் பொடியில் தோய்க்கச் சிறதளவு வெண்காரம் அதில் ஒட்டிக்கொள்ளும். அதைக் கவனமாகப் புன்ஸன் சுடரிற் சூடுசெய்ய, நிறமற்ற கண்ணாடி மணியுண்டாகும். அம்மணியைப் பரீக்ஷிக்கவேண்டிய உப்பில் தோய்த்து மறுபடியுஞ் சுடரிற் காட்டிச் சூடு செய்ய, அதில் ஒரு புது நிறந் தோன்றும். கொடுத்த உப்பிலுள்ள உலோகமூலம் மித-பொறனிகஜமாக மாறுவதாகத் தோன்றுகிறது. மணியைச் சுடரில் எம்மண்டலத்திற் சூடுசெய்கிறோமோ அதற்கேற்றவாறே மணியின் நிறமும் மாறும். பல உலோகங்கள் பொன்காரமணிக்குக் கொடுக்கும் நிறங்களை அடியிற்கண்ட ஜாப்தாவிற் காண்க.

உலோக மூலம்	பிராணிகரிக்குஞ் சுடர் (வெளிமண்டலம்)	க்ஷயீகரிக்குஞ் சுடர் (உள்மண்டலம்)
தாமிரம்	பச்சை (சூடாயிருக்கும்பொழுது); நீலம் (குளிர்ந்தபின்)	சிவப்பு
கோபதம்	நீலம்	நீலம்
நிக்கலம்	ஊதாச் சிவப்பு (சூடாயிருக்க); பழுப்பு (குளிர்ந்தபின்)	சாம்பல் அல்லது கறுப்பு
கிரோமியம்	பச்சை	பச்சை
இரும்பு	பழுப்பு (சூடாயிருக்க); மஞ்சள் (குளிர்ந்தபின்)	அழுக்குப் பச்சை
மாங்கனஜம்	தேன்-சிவப்பு	விசேஷ நிறமில்லை அல்லது சாம்பல்.

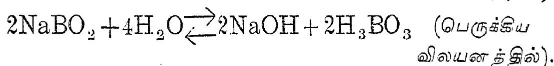
வெண்காரம் தண்ணீரிற் கரையும். அதன் கரைமானம் உஷ்ணமதிகமாக ஆக, அதிகரிக்கும். நூறு கிராம் எடையுள்ள தண்ணீரில், வெண்காரம்

10°ச-ல்	50°ச-ல்	100°ச-ல்
1·6 கி.	10·5 கி.	52·5 கி.

என்ற அளவுகளிற் கரையும். நீர்வியோகமேற்படுவதால் அவ்விலவணம் க்ஷாரகுணமுள்ளதாயிருக்கும்.



$$Na_2B_4O_7 + 3H_2O \rightleftharpoons 2NaBO_2 + 2H_3BO_3$$ (சுண்டின விலயனத்தில்).



$$2NaBO_2 + 4H_2O \rightleftharpoons 2NaOH + 2H_3BO_3$$ (பெருக்கிய விலயனத்தில்).

பெருக்கிய விலயனத்தின் பலத்தை மிதிலபிங்கள ஸூசகியை உபயோகித்து, திட்ட அமில விலயனங் கொண்டு அளவிடலாம். பொறணிகாமிலம் (மின்னணுக்களாக வெகு சிறிதளவே பிரிவதால்) ஸூசகியுடன் விகாரித்து நிறமாறுபாடுகளைக் கொடுக்காது.

சுண்டின வெண்கார விலயனத்துடன் இரஜத-பாக்கியமிகஜ விலயனத்தைச் சேர்க்க, வெளுத்த இரஜத-மித பொறணிகஜம் அவபதிக்கும். மேற்படி விகாரத்திற் சுண்டின வெண்கார விலயனத்துக்குப் பதிலாக பெருக்கிய விலயனத்தை உபயோகிக்க, பழுப்பு அல்லது கறுப்பு நிறமுள்ள இரஜத-பிராணை அவபதிக்கும்.

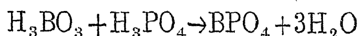
உபயோகங்கள் :—பீங்கான்கள், பூச்சுக்கள், ஒளி இயல்புக்குரிய யந்திர சாதனங்கள், தின்பண்டங்களைக் காப்பாற்றும்பொருள்கள், மித-கிருமிநாசனிகள், சவர்க்காரவகைகள், வார்னிஷ்கள் முதலியவைகளைத் தயாரிக்கும் முறைகளில் வெண்காரத்தை உபயோகிக்கிறார்கள். சலவைச்சாலைகளிற் சுத்தம் செய்வதற்கும், துணிகளை மொறமொறப்பாக இருக்கும்படி செய்வதற்கும், மெழுகுவத்திகளிலுள்ள திரிகள் மடங்கிவிழாமல் நிமிர்ந்துநிற்பதற்கும், கேஸீனுடன் (Casein-பாலிலுள்ள ஒரு சாக்கு) சேர்த்து

ஒரு விதப் பசை-தயாரிப்பதற்கும், பற்றவைக்கும் வேலைகளுக்கும், வெண்காரத்தை உபயோகிக்கிறார்கள். அது ஒரு பெருக்கும் பொருளாகவும் உபயோகிக்கப்படுகிறது.

பர-பொறனிகாமிலம் இதுவரை தயாரிக்கப்படாவிட்டாலும், பர-பொறனிகஜங்கள் தயாரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. வெண்காரமும் ஸோடா உப்புங் கரைந்த விலயனத்தை, பிளாடினத்தை தனதுருவமாக அமைத்து, குறைந்த உஷ்ண நிலையில் மின்சார வியோகத்திற்குள்ளாக்க, ஸோடிய-பர-பொறனிகஜம் உண்டாகும். அவ்விலயனத்தை வற்றவைத்துக் குளிரவிட்டு, ஸோடிய-பர-பொறனிகஜ-ஸ்படிகங்களைத் ($NaBO_4 4H_2O$) தயாரிக்கலாம். பர-பொறனிகஜங்கள் நல்ல வர்த்தனிகள்.

பொறனிகாமிலத்தையும் கந்தக-த்ரி-பிராணையையுஞ் சேர்த்து 100°ச-க்கு சூடுசெய்ய, பொறன-அப்ஜனக-கந்தகிகஜம் $B(HSO_4)_3$ (Boron hydrogen sulphate) உண்டாகும். அது நிறமற்ற, ஈரமிழுத்துக்கொள்ளுஞ் சக்தியுடைய, 215°ச-ல் உருகுகிற திடப்பொருள்.

பொறனிகாமிலத்தையும் பாஸ்வரிகாமிலத்தையுஞ் சேர்த்துக் கொதிக்கவிட்டுத் திடஸ்திதிக்கு வற்றவைக்க,



$$H_3BO_3 + H_3PO_4 \rightarrow BPO_4 + 3H_2O$$

நிறமற்ற பொறன-பாஸ்வரிகஜம் (Boron phosphate) உண்டாகும். அது தண்ணீரிற் கரையாது. கொதிதண்ணீராலும் அது பாதிக்கப்படாது.